

Cap. 4

Sezioni di oggetti

Sezioni ed intersezioni di solidi elementari

Compenetrazione di solidi

Sezioni di oggetti

- **Necessità delle sezioni e norme di rappresentazione**
- **Classificazione delle modalità di sezionamento**
- **Rappresentazione delle superfici sezionate**
- **Convenzioni di rappresentazione delle sezioni**
- **Tratteggi convenzionali per materiali diversi nelle sezioni**
- **Esercizi sulle sezioni (facoltativo)**

Necessità delle sezioni e Norme di rappresentazione

E' già stato osservato che, con il metodo delle proiezioni ortogonali, l'interno di un pezzo cavo non può essere facilmente apprezzato, poiché i suoi spigoli non sono in vista e quindi vanno rappresentati utilizzando linee a tratti, appropriate per gli spigoli nascosti.

Il metodo risulta **soddisfacente** se i dettagli interni sono semplici, ma **cade in difetto** nel caso di cavità dai contorni di forma complessa e ricche di dettagli, le quali, se dovessero essere descritte da numerose linee a tratti, risulterebbero di difficile interpretazione, con conseguente perdita di tempo nella lettura del disegno.

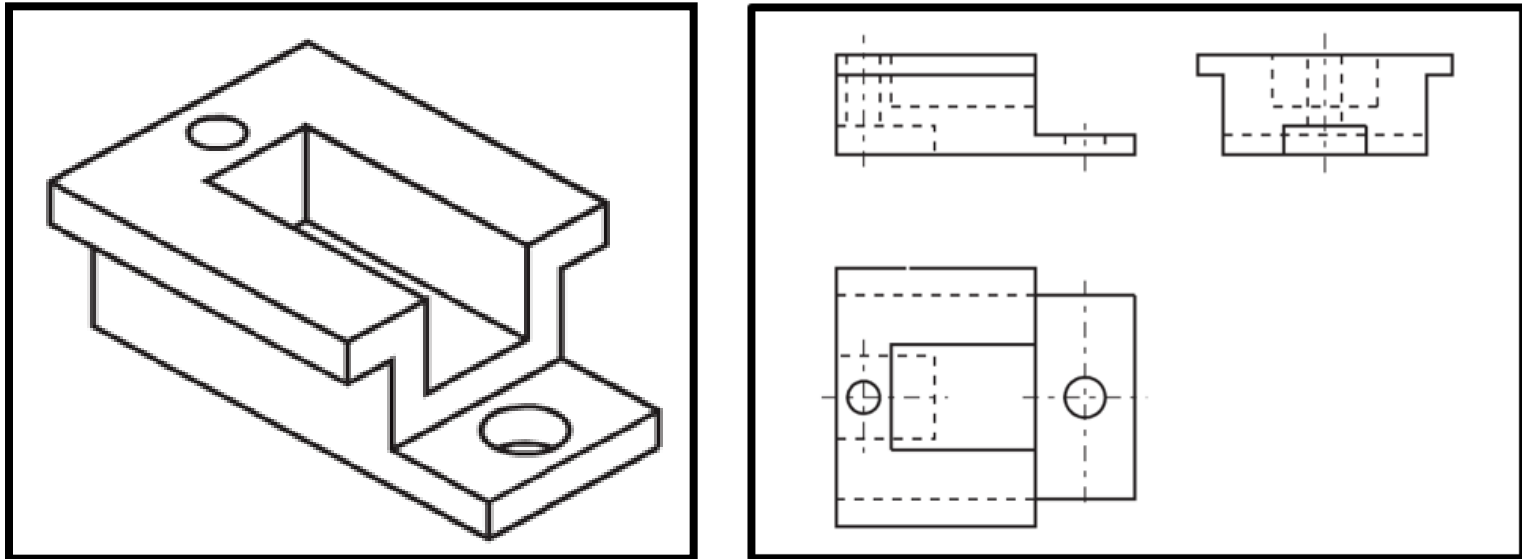


Fig. 1 – Nel caso di un pezzo che presenti fori e cavità interne, il disegno risulta di difficile comprensione per la presenza di un gran numero di linee tratteggiate

Si consideri, inoltre, che finora non si è ancora parlato della quotatura dei disegni; se dovessero essere quotate anche numerose linee nascoste, il disegno risulterebbe inevitabilmente molto confuso.

Si ricorre allora alle **viste dei pezzi in sezione**, chiamate anche semplicemente **sezioni**, che si aggiungono, perciò, alle proiezioni dell'oggetto (figura 2).

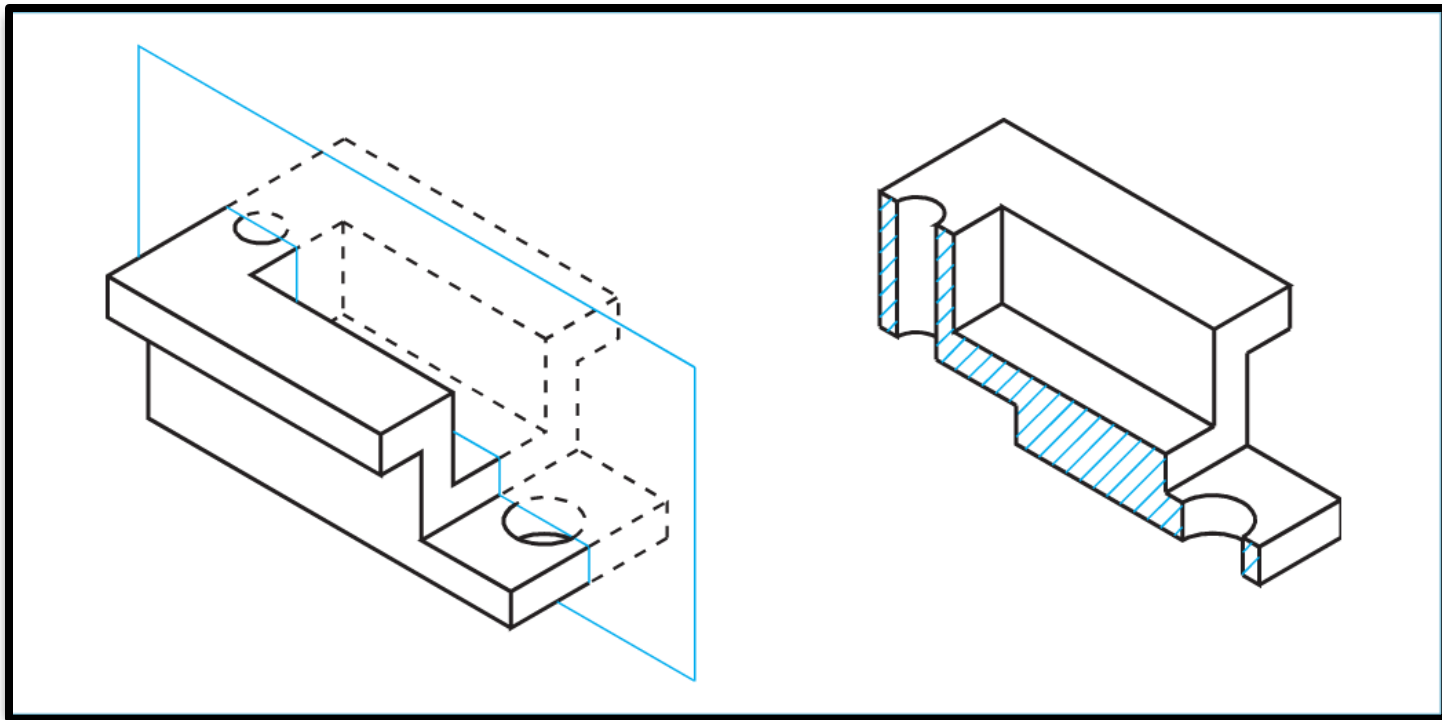


Fig. 2 – Sezionando con un piano longitudinale (piano di sezione) il pezzo di figura 1, viene facilitata la comprensione del pezzo

Le regole per eseguire le sezioni sono codificate nella norma UNI EN ISO 128-40 (e 128-44, nel caso di sezioni nei disegni di ingegneria meccanica e industriale).

La precedente norma UNI 3971 definiva: *«una sezione è la rappresentazione, secondo il metodo delle proiezioni ortogonali, di una delle due parti in cui rimane diviso l'oggetto sottoposto ad un taglio ideale, eseguito secondo uno o più piani o secondo altre superfici»*.

La **nuova norma**, per adeguarsi alla nomenclatura internazionale, distingue con il termine **taglio** la rappresentazione che mostra **sia l'area ottenuta dal taglio, sia i contorni di quanto risulta posto dietro ad essa**, e con il termine **sezione** la rappresentazione del solo contorno di quanto si trovi nel piano di sezione.

Nella comune pratica, i due termini *non si distinguono* e, in particolare nel disegno industriale, si usa comunemente il termine “sezione”, associandolo alle regole di rappresentazione di un taglio, che vengono illustrate nell'immediato seguito.

Le sezioni trovano la loro giustificazione ed utilità nella rappresentazione di corpi cavi o di cavità presenti in corpi globalmente massicci, che vengono così descritti in modo semplice, univoco e di immediata comprensione, con la possibilità di sopprimere anche qualche vista (figura 3).

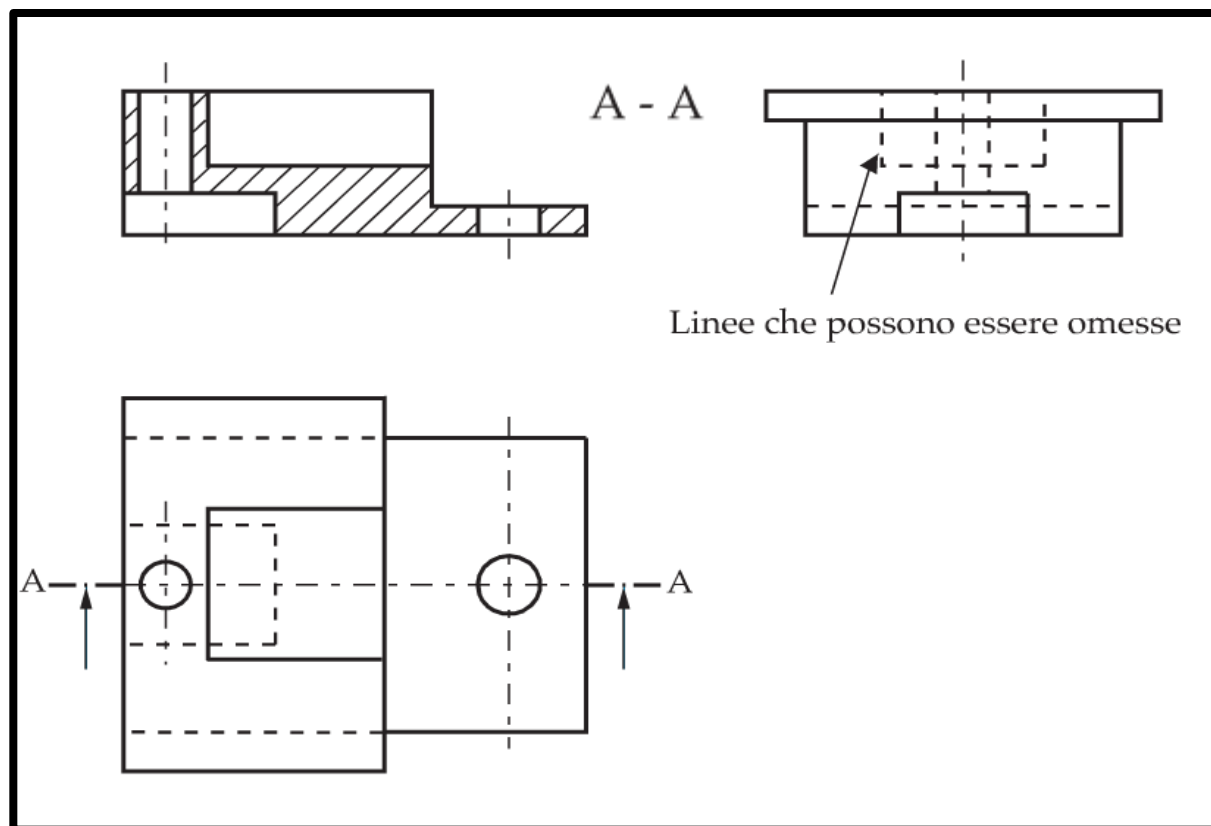


Fig. 3 – Utilizzo delle sezioni per la rappresentazione di corpi cavi o cavità in corpi massicci

Si consideri, ad esempio, la piastra in figura 4a, sulla quale sono praticati 4 fori, **due con una lamatura** (ovvero, dopo aver forato la piastra, si aumenta il diametro del foro ma solo per una quotaparte dello spessore della lastra, vedi figura 5, slide seguente, sezione A-A o sezione B-B) **e gli altri due di forma conica**. Si supponga che, sia i fori conici, sia quelli con lamatura abbiano lo stesso diametro maggiore e minore. Eseguendo le proiezioni ortogonali, risulta difficile la comprensione del pezzo, ma **è anche impossibile stabilire l'esatta ubicazione** dei fori conici e di quelli cilindrici. L'unico modo per ottenere una interpretazione univoca, completa e comprensibile, è quello di effettuare dei tagli, in maniera da mettere in evidenza la forma dei fori (figura 5).

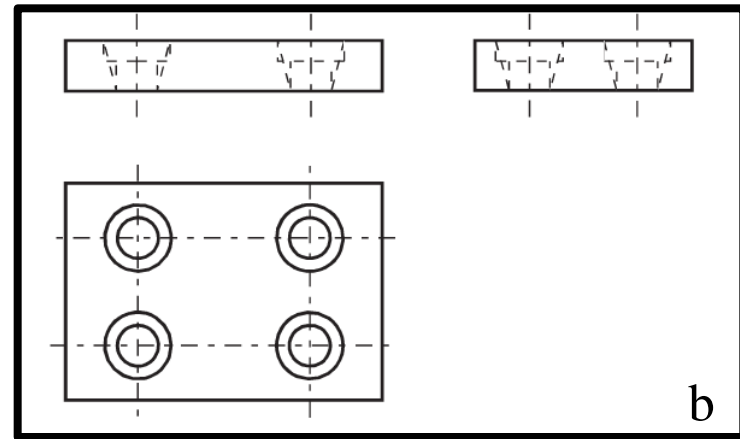
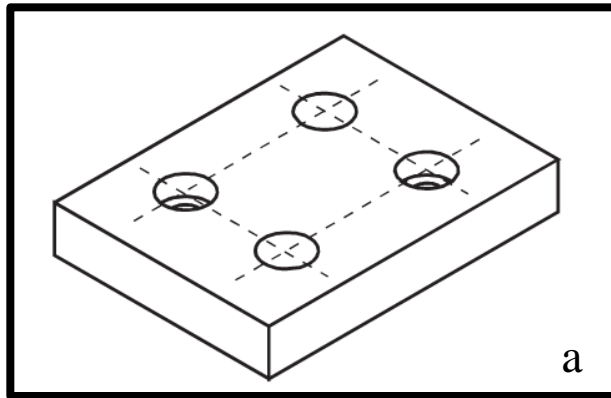


Fig. 4 - b) le linee tratteggiate, che rappresentano i contorni degli spigoli non in vista, non consentono di stabilire l'ubicazione dei fori conici e di quelli cilindrici sulla piastra

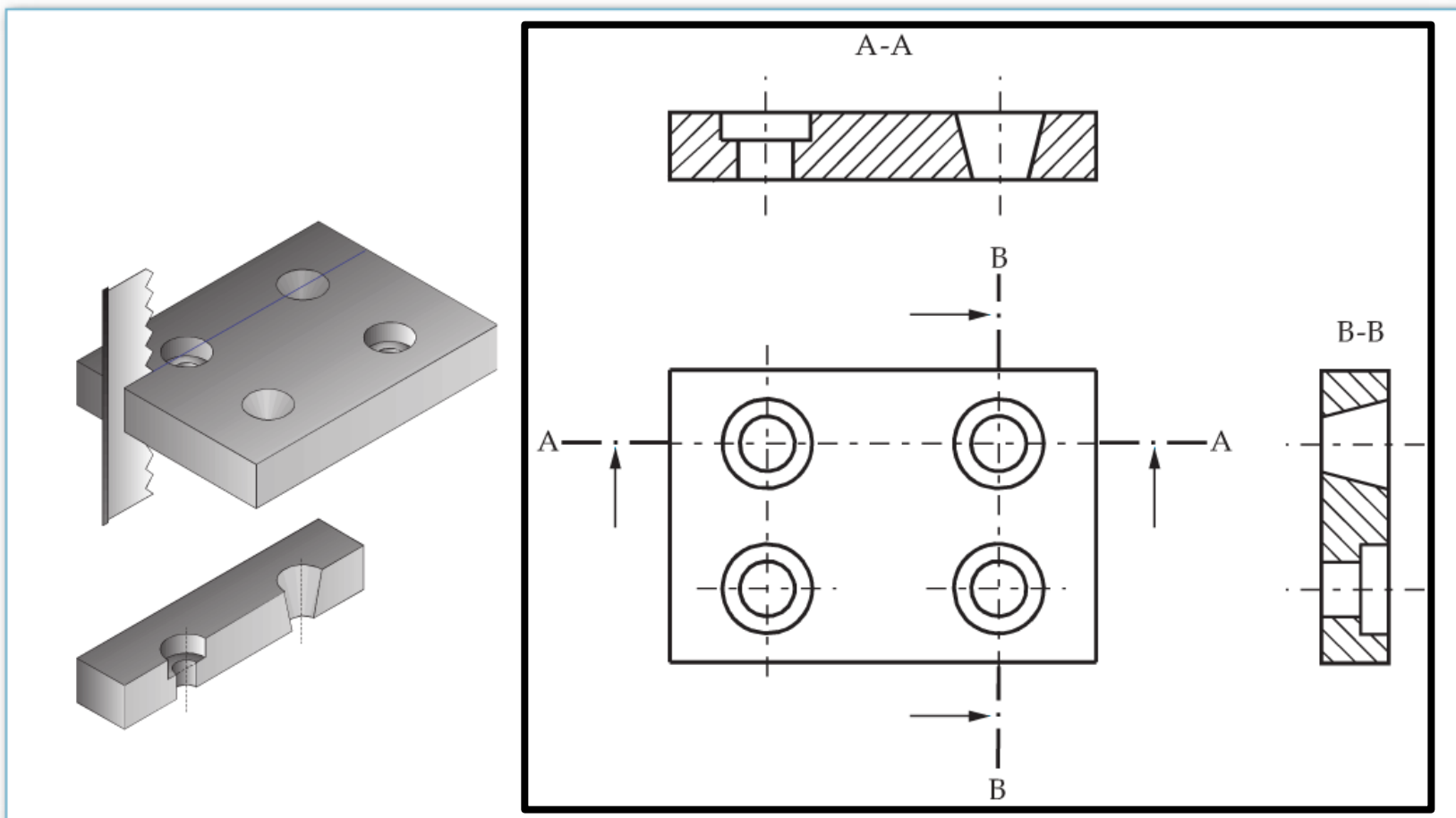


Fig. 5 - L'unico modo per ottenere una interpretazione univoca, completa e comprensibile della piastra di figura 4 è quello di effettuare dei tagli, eseguiti in maniera da mettere in evidenza la forma dei fori

Di seguito sono riportate le regole fondamentali, schematizzate in parte nella figura 6, per la corretta esecuzione ed interpretazione delle viste sezionate.

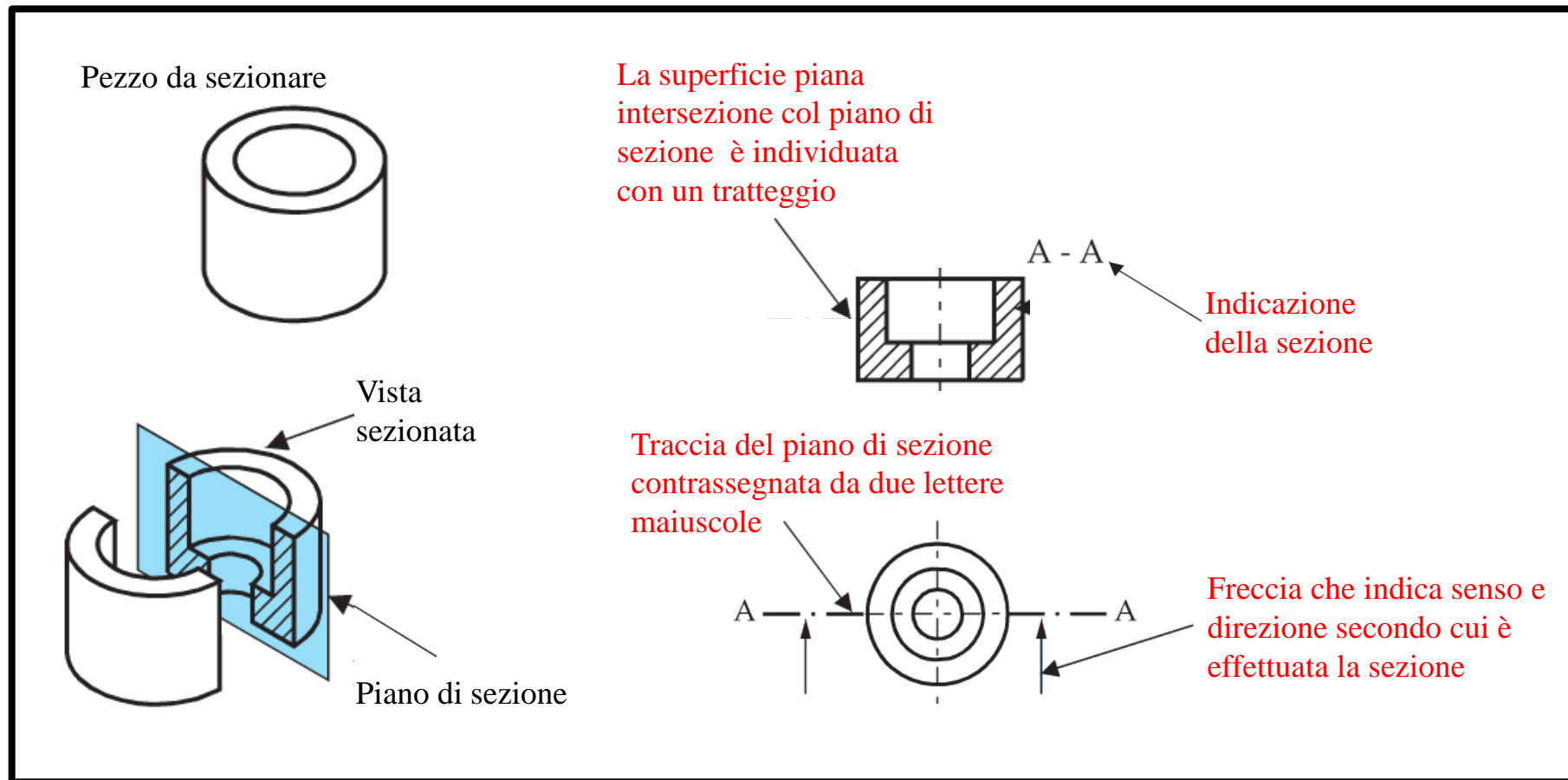


Fig. 6 – Regole per una corretta esecuzione e interpretazione delle viste sezionate

1. Piano di sezione

Il piano di sezione è un **piano ideale con il quale si immagina di tagliare (ovvero sezionare) il pezzo, che in realtà rimane integro** e come tale deve essere rappresentato nelle altre viste.

2. Vista sezionata

La sezione è ottenuta immaginando di **asportare la parte di pezzo compresa tra piano di sezione ed osservatore e proiettando poi, sul piano di proiezione che viene scelto, la rimanente parte del pezzo.**

Dopo aver effettuato il taglio e la successiva asportazione, si deve rappresentare **tutto ciò che dell'oggetto rimane dopo il taglio ideale**, avendosi, di solito, una **parte sezionata** (che costituisce la superficie della parte residua posta sul piano di taglio) ed una **parte in vista**, posizionata dietro la precedente.

3. Sezione

Per distinguere una sezione da una vista, è necessario **mettere in evidenza la superficie piana che è stata tagliata dal piano di sezione**; la normativa impone che la superficie venga **tratteggiata con linee continue fini (tipo 01.1) inclinate a 45° , parallele fra loro ed equidistanti**.

Ogni superficie che sul disegno rappresenti una parte del pezzo effettivamente sezionata risulta quindi ricoperta con un tratteggio (chiamato anche **campitura**). In tal modo in ogni sezione si può distinguere, con un colpo d'occhio, ciò che è sezionato da ciò che è semplicemente in vista; tale argomento verrà approfondito nel capitolo « rappresentazione delle superfici sezionate »

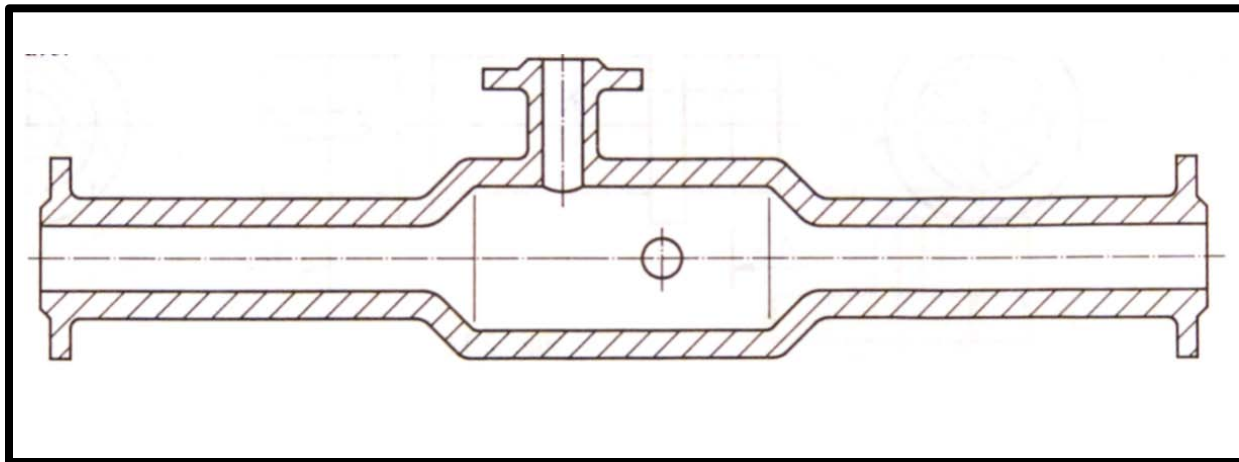


Fig. 7 – Campitura

4. Traccia del piano di sezione

Ove nel disegno, oltre alla sezione, esistano altre viste, la **traccia del piano di sezione** su di esse va indicata con una linea mista punto e tratto lungo (tipo 04), **grossa alle estremità e per il resto fine**. Vanno inoltre indicati, tramite frecce da disegnare come in figura 8, sia il verso, sia la direzione secondo cui è vista la sezione rappresentata. **A lato delle frecce** si collocano **due lettere maiuscole** che servono ad identificare nel disegno la sezione individuata da quel piano.

Sulla figura che rappresenta la sezione, **in alto a destra**, si deve infatti apporre la **stessa coppia di lettere**. Si vedranno nel capitolo « classificazione delle modalità di sezionamento » le varie tecniche di sezionamento.

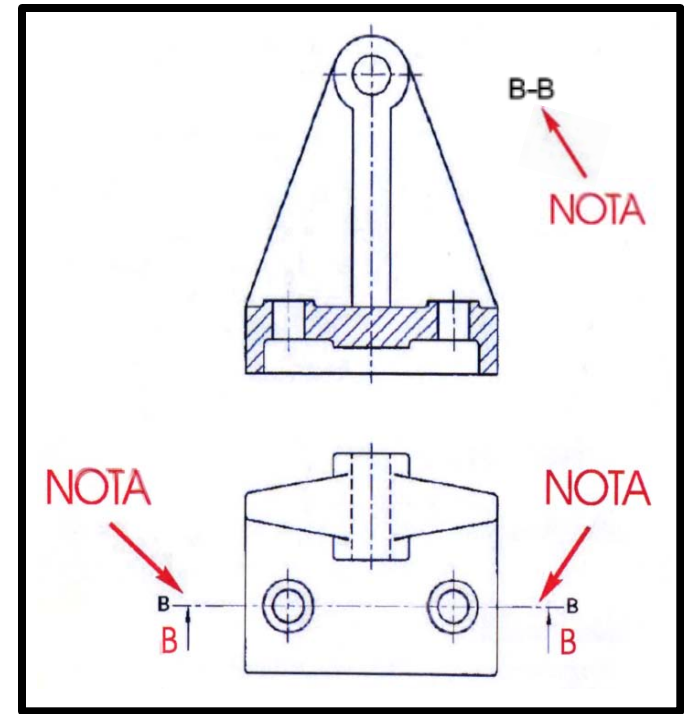


Fig. 8

*Per inciso in molte delle figure riportate in questo capitolo le **lettere che individuano il piano di sezione** (B-B in figura 8) sono indicate in alto al centro della sezione; quando vedremo il capitolo riguardante la quotatura del pezzo risulterà evidente che tale posizione è ingombrante ed allora la metteremo sempre in alto ma a destra della sezione.*

5. Disposizione delle sezioni

Anche nella disposizione delle sezioni vale quanto esposto nel capitolo 3 - **Proiezioni Ortografiche** (proiezioni di «oggetti reali» – regole di proiezione) in cui viene enunciato che si può rappresentare un pezzo in modo esauriente ed univoco ricorrendo alle tre proiezioni principali (**pianta, prospetto e profilo**) figura 9. Nel capitolo « classificazione delle modalità di sezionamento» si vedranno casi in cui questa regola può non essere rispettata.

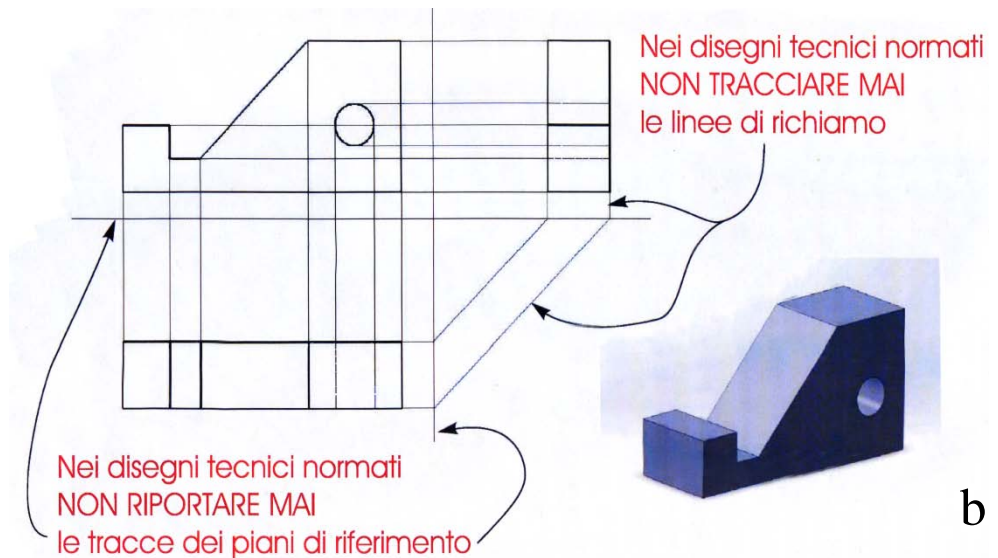
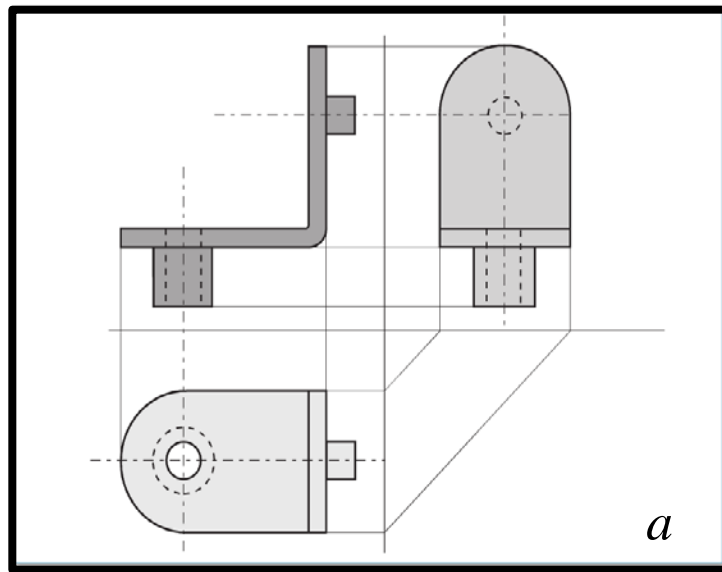
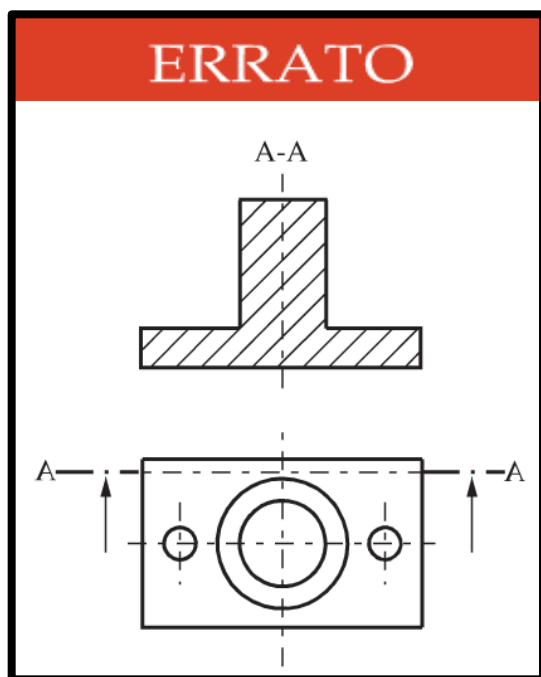


Fig. 9 – a) e b) rappresentazione di un pezzo con le tre viste principali; in Fig. 9b è stato evidenziato che, nei disegni definitivi, non vengono riportati né i piani di riferimento né le tracce delle linee di richiamo

6. Scelta dei piani di sezione

I piani di sezione devono essere scelti in funzione della forma del pezzo poiché devono dare luogo a sezioni che siano le più significative possibili, sia per ciò che concerne la forma, sia per ciò che concerne la descrizione dimensionale del pezzo rappresentato (figura 10)



Le sezioni devono infatti essere eseguite *solo quando sono necessarie*, con lo scopo di unire alla chiarezza la sinteticità di rappresentazione; sono da evitare quindi delle sezioni che non aggiungano alcuna nuova informazione al disegno, come è ad es. rappresentato in figura 11.

Fig. 11

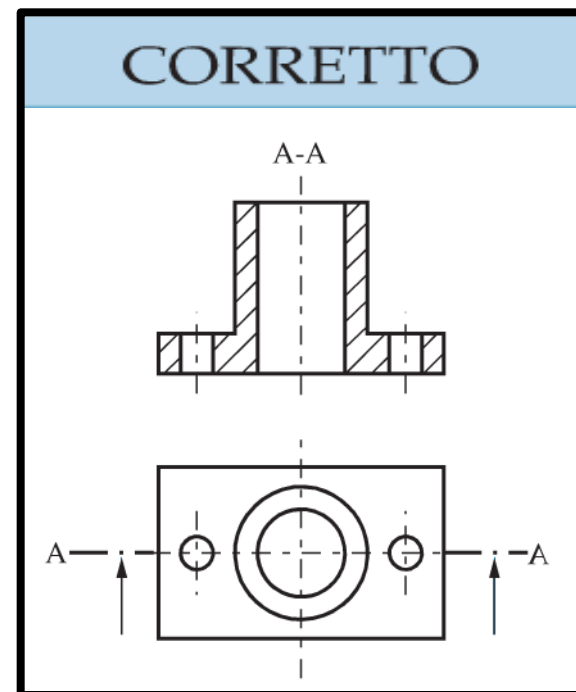


Fig. 10

7. Spigoli nascosti

Quando si disegna un pezzo in sezione, **gli spigoli nascosti devono essere rappresentati solo se sono indispensabili** alla comprensione (figura 12).

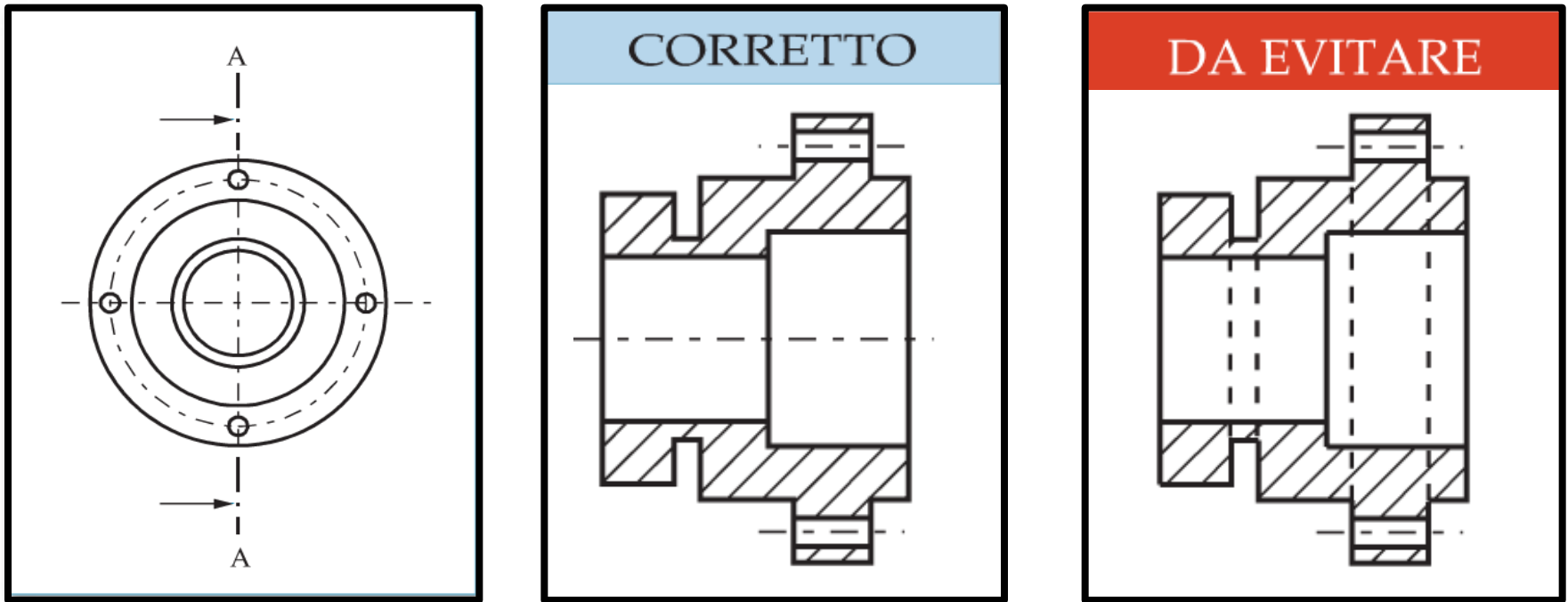


Fig. 12 – Nelle viste sezionate bisogna evitare per quanto possibile l'impiego delle linee a tratti per l'indicazione degli spigoli nascosti

Classificazione delle modalità di sezionamento

Le sezioni, ovvero i tagli, possono essere effettuate secondo modalità diverse ed è quindi importante scegliere la tecnica che risulti più utile per la completa rappresentazione e comprensione di un pezzo meccanico.

Possiamo classificare le tecniche di sezionamento:

- secondo l'elemento secante

- a) con un solo piano;
- b) con due o più piani paralleli;
- c) con piani consecutivi o concorrenti;
- d) secondo una superficie di forma qualsiasi;

- secondo l'estensione

- e) semisezioni;
- f) sezioni parziali;

- secondo la posizione

- g) sezioni ribaltate in luogo;
- h) sezioni in vicinanza;
- i) sezioni successive.

a) Sezioni con un solo piano

Il **piano di sezione** deve essere individuato, come già detto nel punto 4 – traccia del piano di sezione, dalla sua traccia (eseguita con una linea mista punto e tratto lungo, tipo 04), e da due frecce, orientate nel senso della proiezione e puntate sugli estremi della traccia, contraddistinte ognuna con la stessa lettera maiuscola orientata nel senso di lettura dal lato inferiore del foglio (figura 13).

La proiezione della sezione è contraddistinta dalle stesse lettere, separate tra loro da un trattino, collocate *sopra* la rappresentazione. Le lettere devono essere di altezza maggiore, secondo un fattore $\sqrt{2}$ rispetto alla normale scrittura sul disegno.

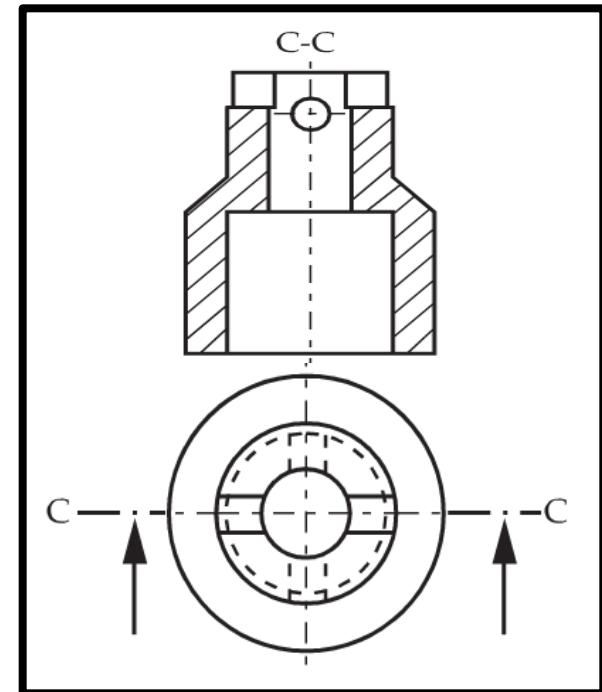
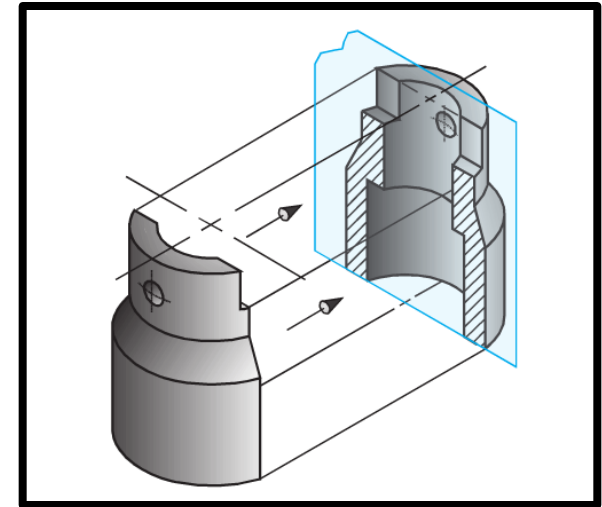


Fig. 13 – Sezione effettuata secondo un solo piano

Esempi di sezioni con un solo piano

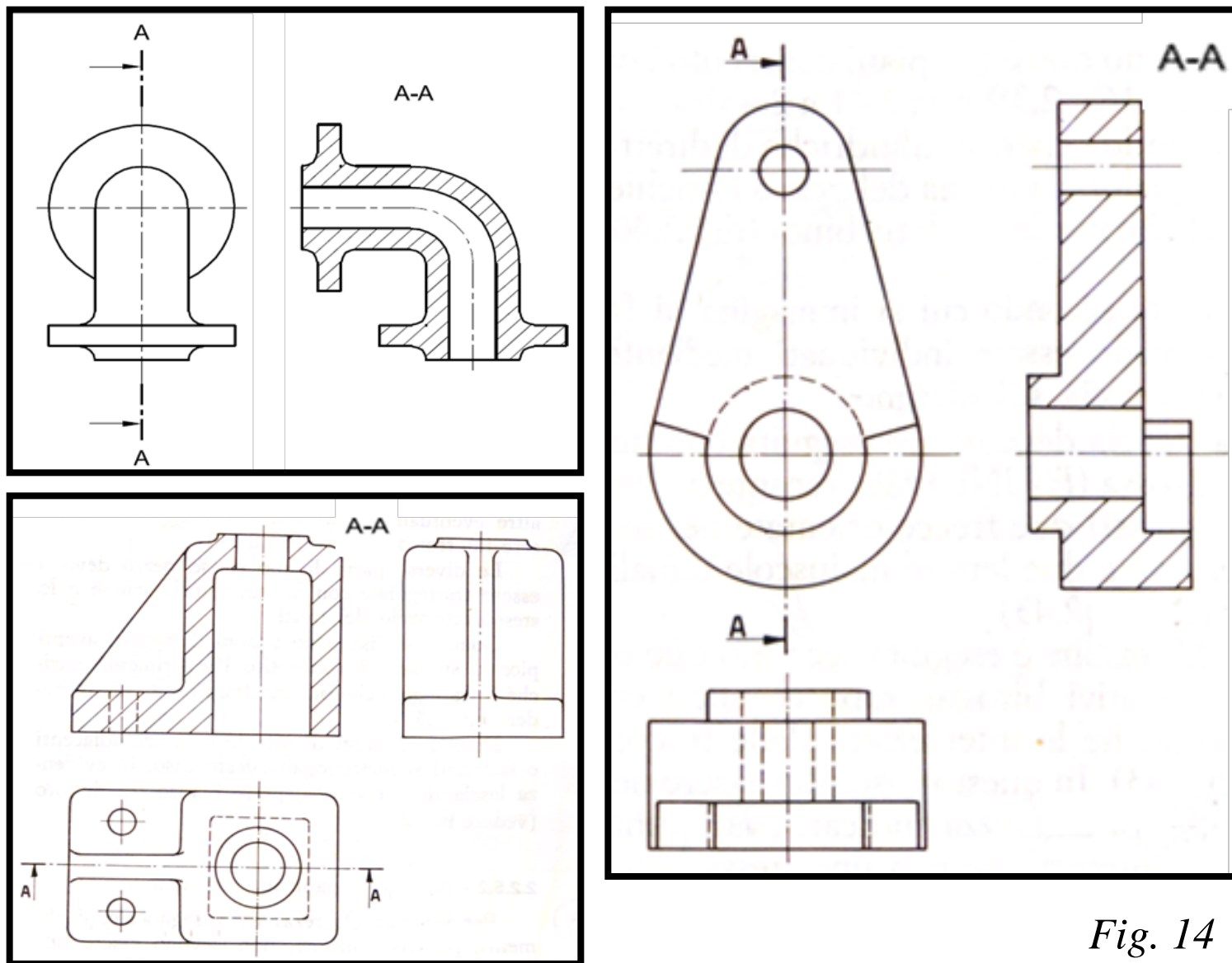


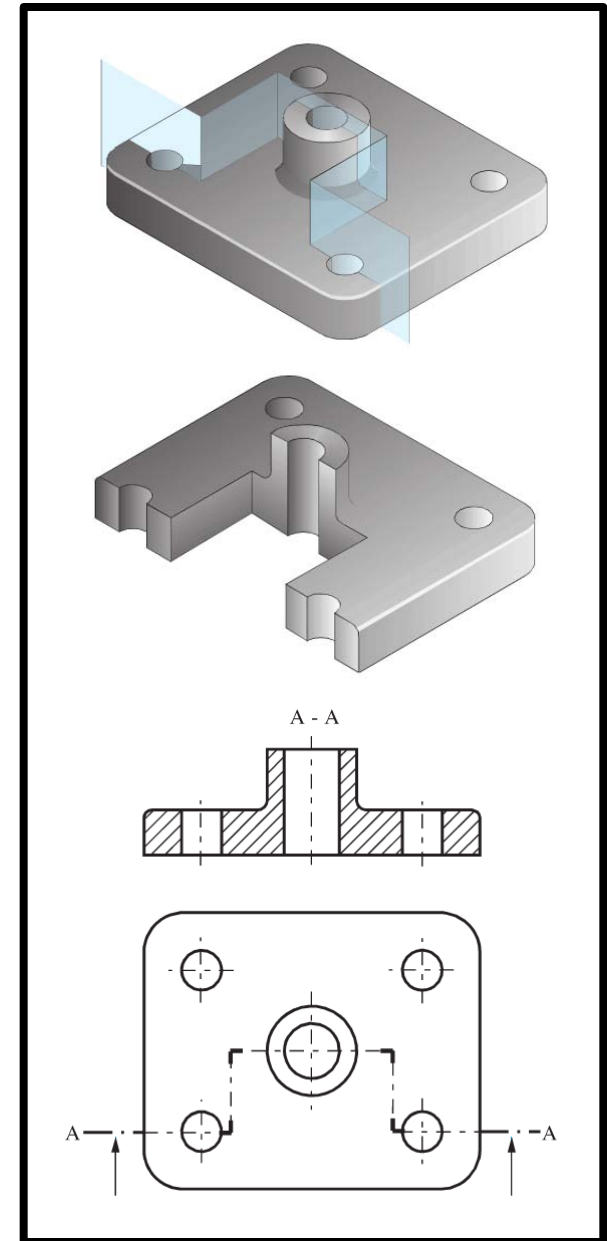
Fig. 14

b) Sezioni con due o più piani paralleli

Quando risulti utile per la comprensione di un pezzo, le sezioni possono essere effettuate **con più piani tra loro paralleli**, in modo da far passare la sezione proprio nella zona che si vuole descrivere al meglio (figura 15).

Il cambiamento del piano di sezione è evidenziato dall'**ingrossamento dei tratti all'intersezione** delle tracce dei piani di sezione. Si noti che nella sezione, in corrispondenza del cambiamento del piano **non vi è interruzione del tratteggio** (figure 16 a,b,c). La norma UNI ora abbandonata prevedeva di sfalsare il tratteggio in corrispondenza del cambio di direzione (figura 16 d).

Fig. 15 – Sezione effettuata con piani paralleli



Esempi di sezioni con piani paralleli

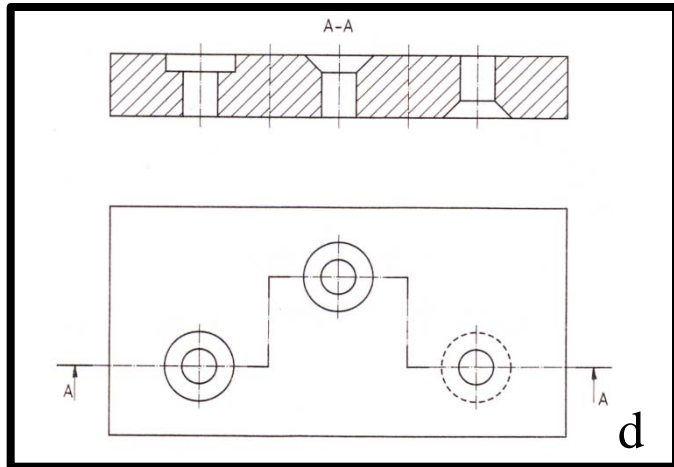
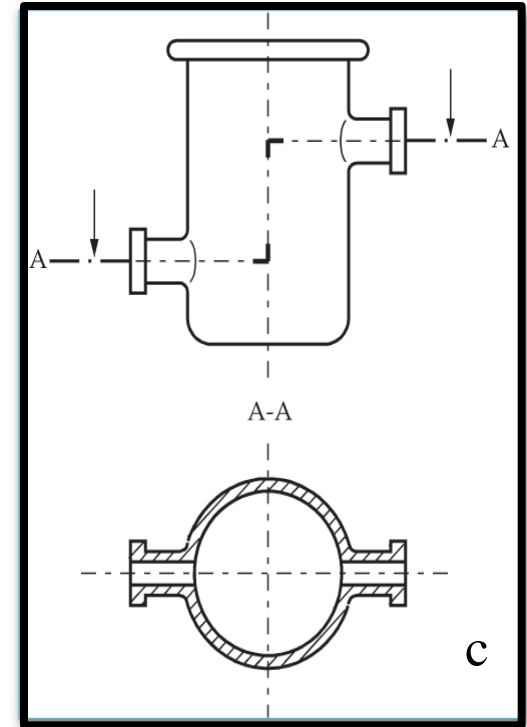
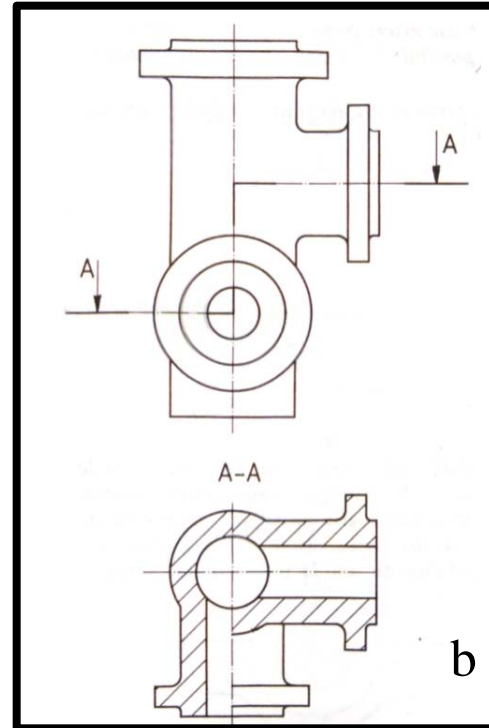
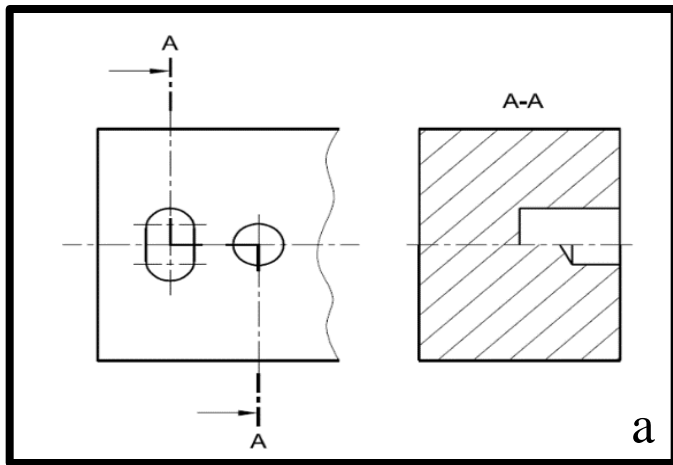


Fig. 16 – a), b) e c) Sezione con piani paralleli con **tratteggio continuo** secondo normativa attuale; d) Sezione con piani paralleli con **tratteggio sfalsato** secondo vecchia normativa (**non è più usata**)

Errori di esecuzione nelle sezioni con un piano e con due o più piani

Nelle figure 14 e seguenti sono messi in evidenza alcuni esempi utili per la corretta esecuzione di una sezione con un piano e/o due e più piani.

Nella *sezione longitudinale* (o anche “*sezione diametrale*”) di figura 17 è riportato un errore abbastanza comune, consistente nell’**omissione delle linee in vista**, che si trovano oltre il piano di sezione.

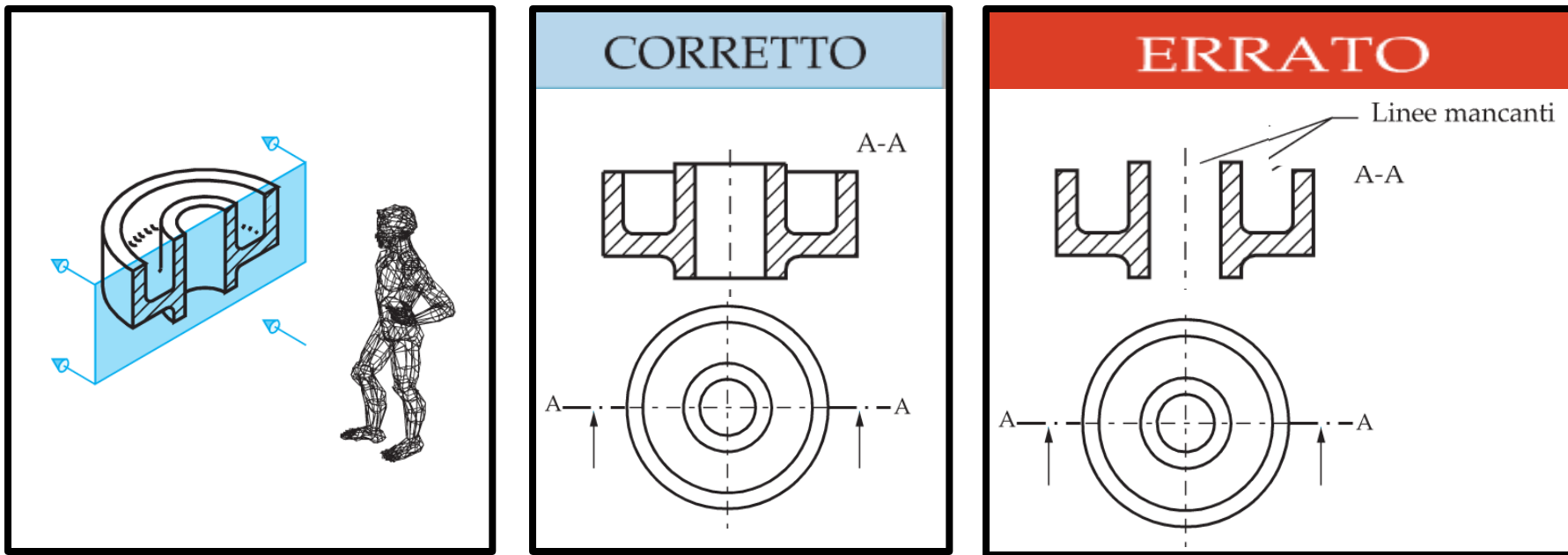


Fig. 17 – Omissione di linee che rappresentano spigoli

Errori di esecuzione nelle sezioni

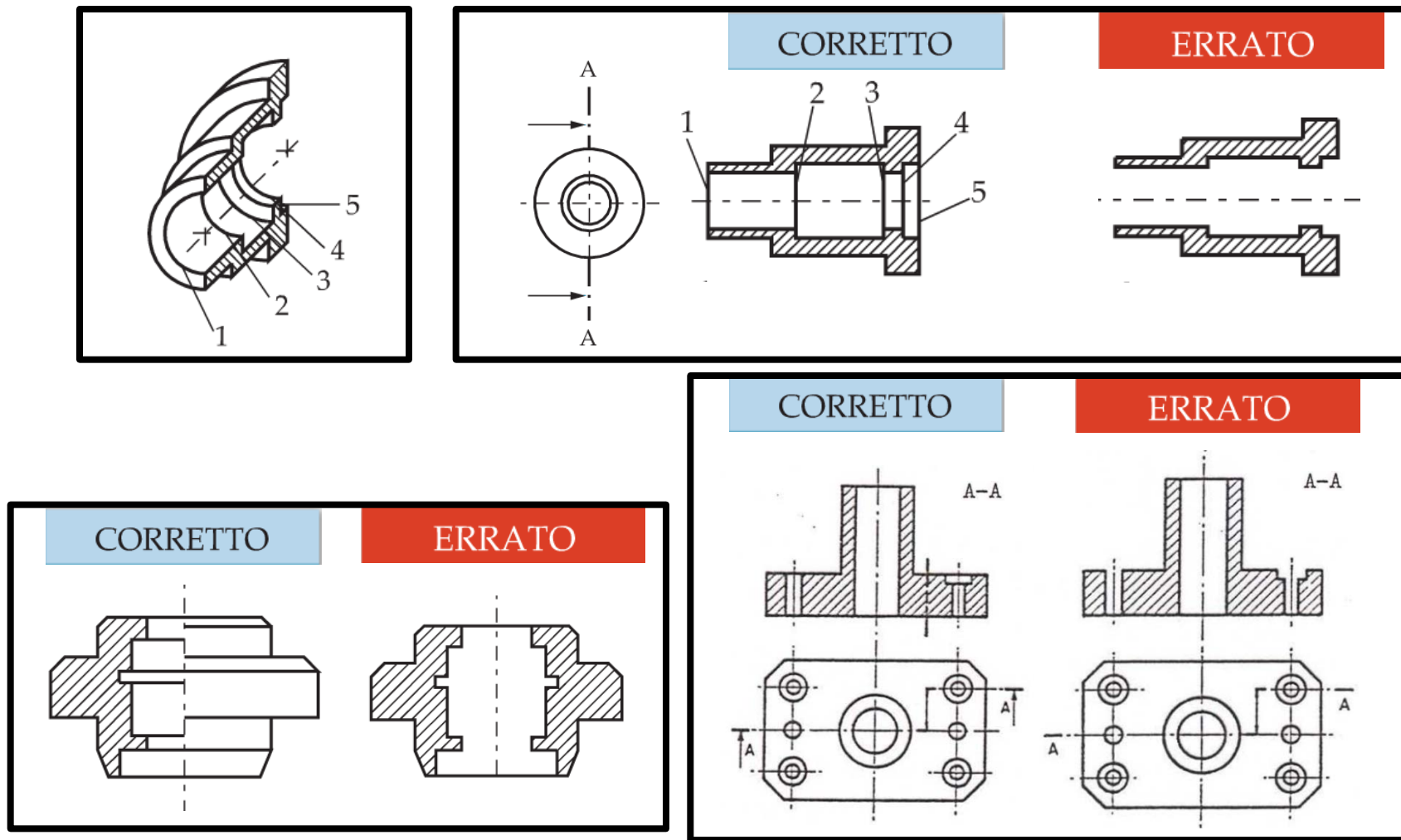


Fig. 18 – Omissione di linee che rappresentano spigoli

Errori di esecuzione nelle sezioni

Le sezioni trasversali in figura 19 sono inutili, in quanto, anche se corrette non aggiungono informazioni rispetto alle viste già eseguite.

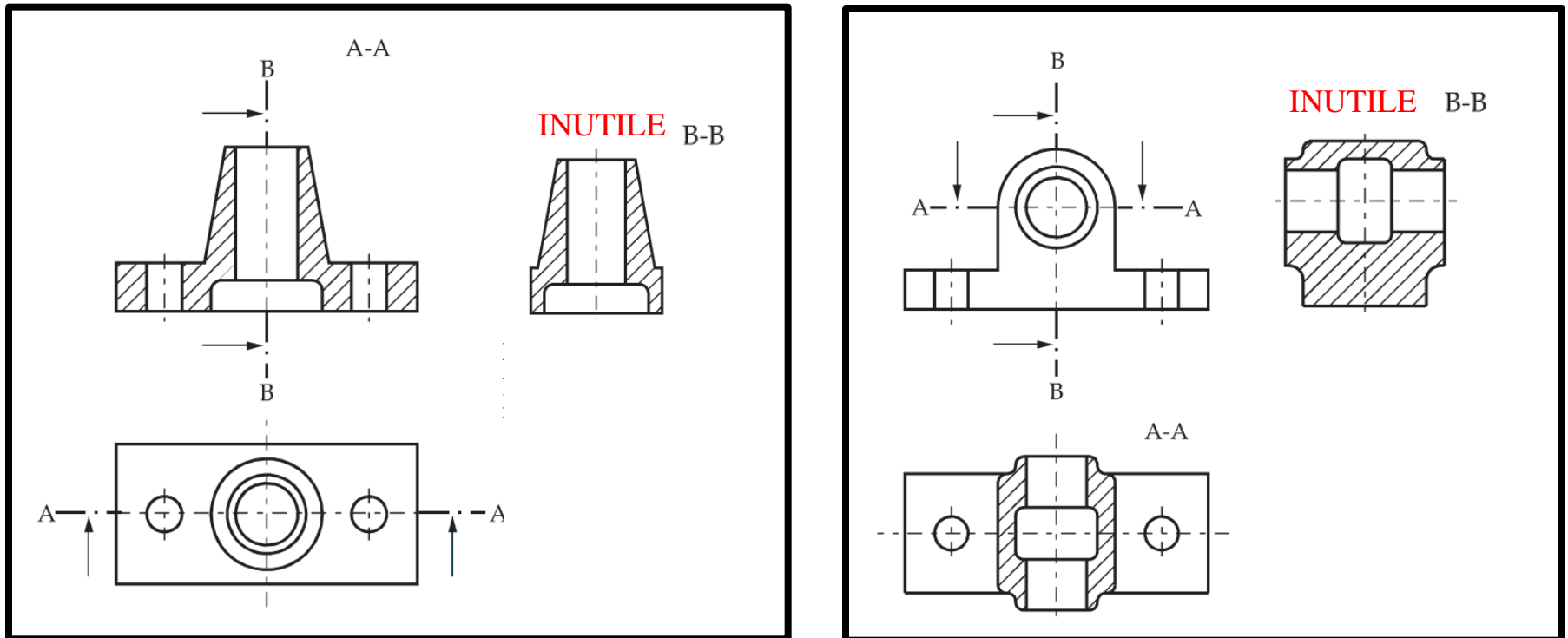


Fig. 19 – La sezione B-B non aggiunge informazioni

c) Sezioni con piani consecutivi o concorrenti

Un pezzo può anche essere sezionato **con due o più piani consecutivi non paralleli**. Nel caso di pezzi assialsimmetrici, è possibile usare due piani di sezione concorrenti; il piano di proiezione deve essere parallelo **ad uno** dei piani di sezione e la parte del pezzo che risulterebbe di scorcio nella rappresentazione ortografica **deve essere rappresentata ribaltata sullo stesso piano** (figura 20).

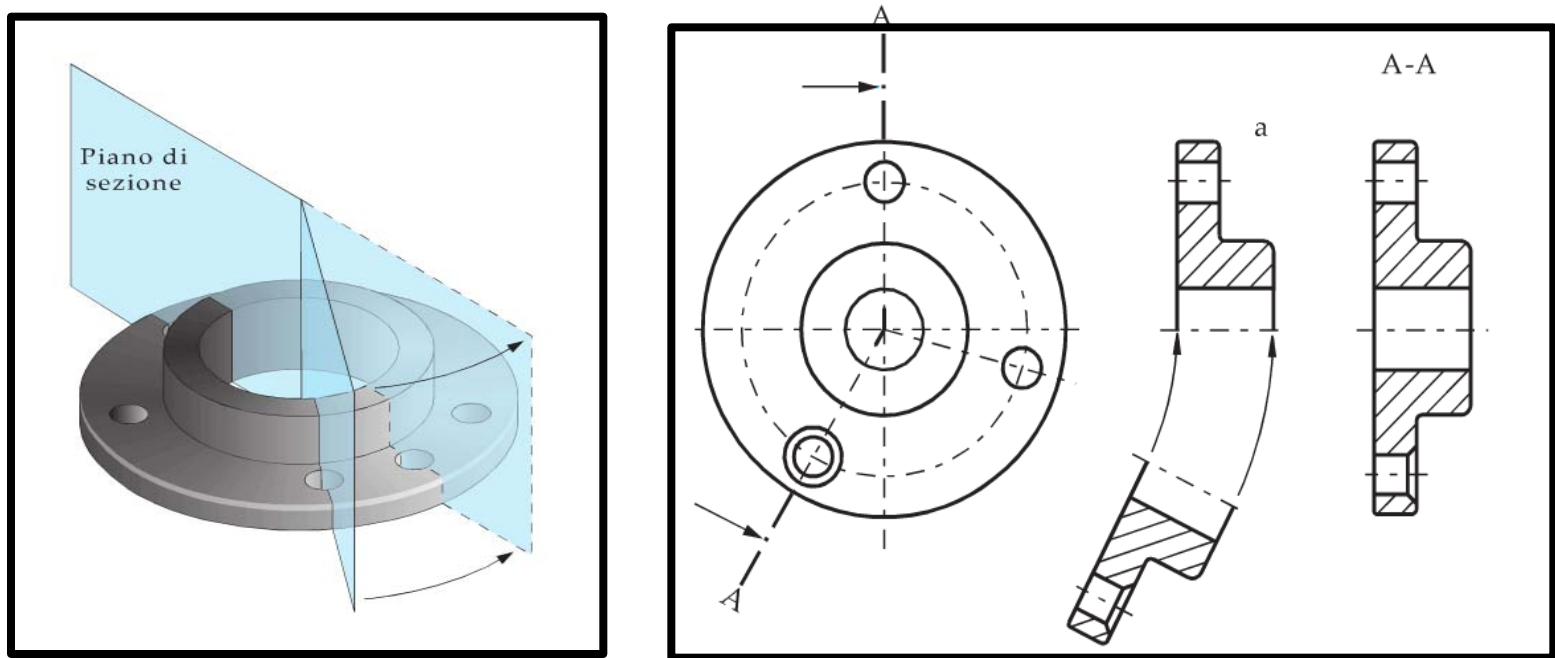


Fig.20 – Sezione con due piani consecutivi in cui la sezione (a) rappresenta il passaggio intermedio

Esempi di sezioni con piani concorrenti

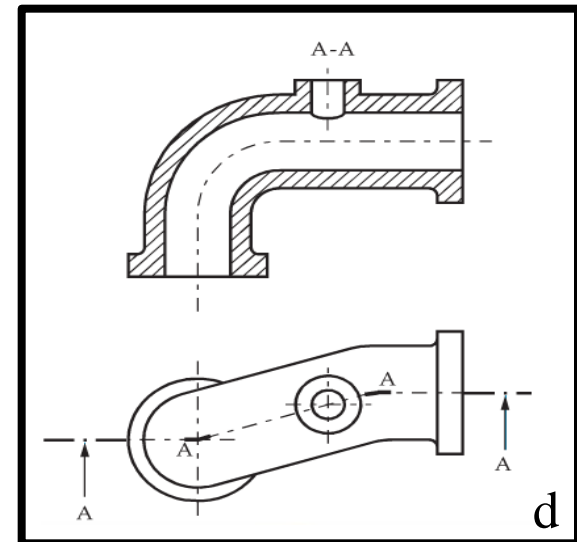
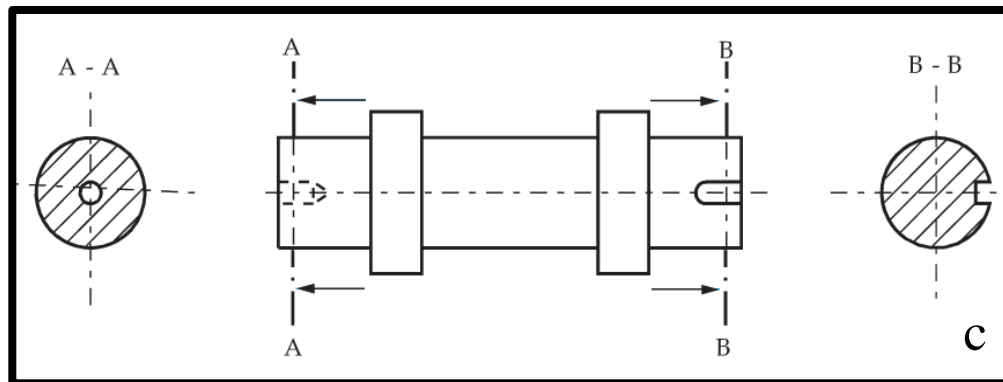
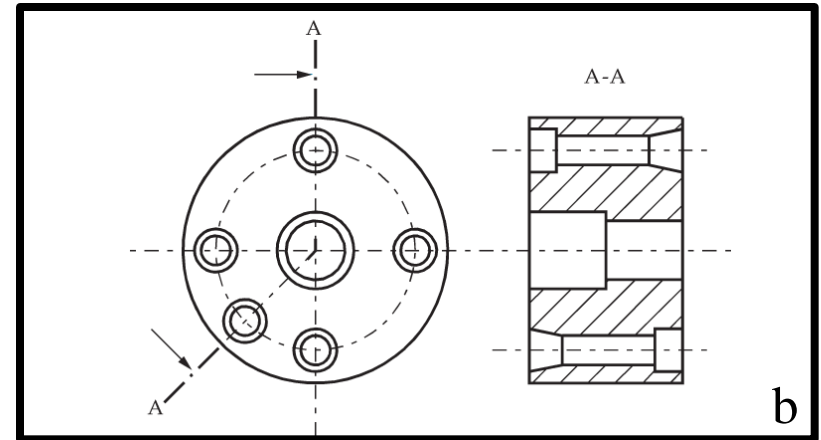
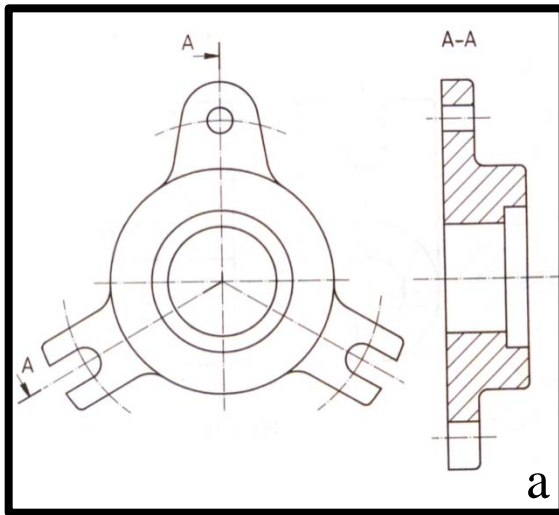


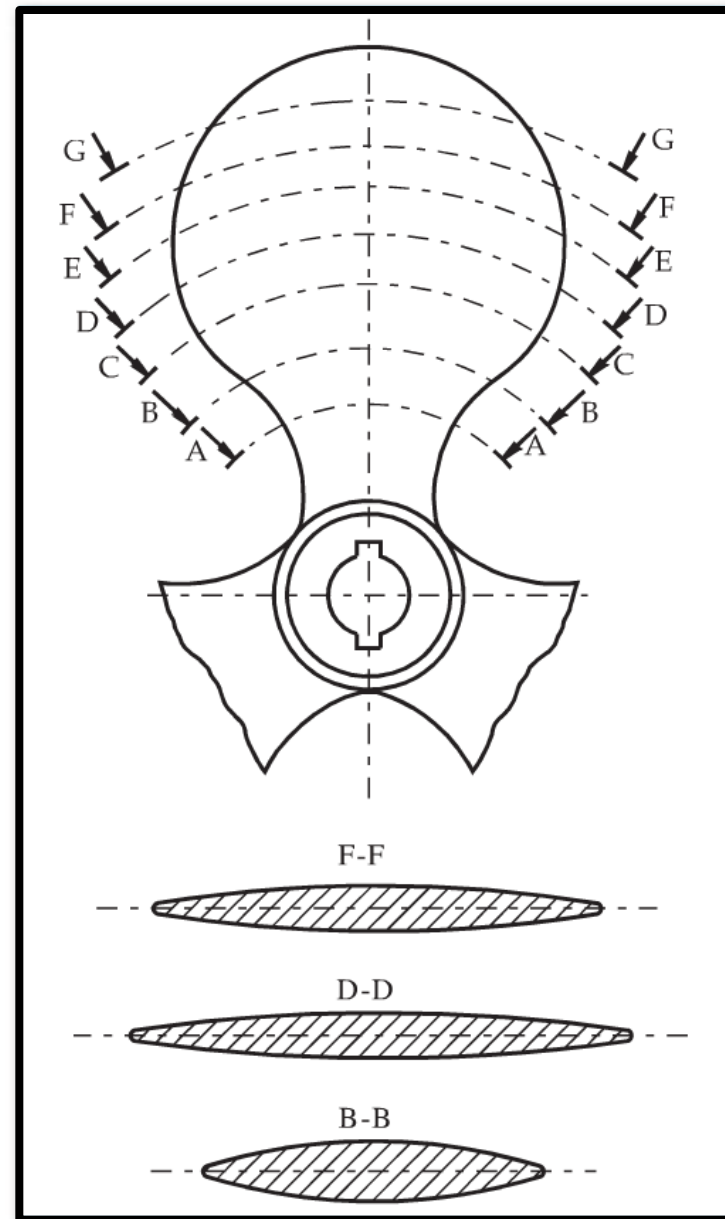
Fig.21 – a), b), c) Sezioni con due piani concorrenti; d) sezione con tre piani concorrenti

d) Sezioni con superfici di forma qualsiasi

In alcuni casi particolari, ad esempio per tubazioni, condotte, pale di eliche navali, giranti, ecc., può essere necessario sezionare il pezzo **secondo una superfide cilindrica**; essa può avere per direttrice una circonferenza (e allora la superficie è quella di un cilindro circolare) oppure una linea qualsiasi.

Sulla rappresentazione del pezzo si indica la direttrice, cioè la traccia della superficie di sezione, e la sezione così ottenuta **viene sviluppata** e poi proiettata in posizione opportuna (figura 22).

Fig. 22 – Sezioni eseguite mediante superfici qualsiasi: la sezione ottenuta viene prima sviluppata e poi proiettata in posizione opportuna



e) Semisezioni

I pezzi simmetrici sono rappresentati con una **semivista** e una **semisezione**; la linea di separazione è l'asse o la traccia del piano di simmetria. Per rappresentare la semisezione si segue la regola delle sezioni normali, avendo però l'accortezza di **fermare la traccia del piano di sezione in corrispondenza dell'asse di simmetria** (figura 23).

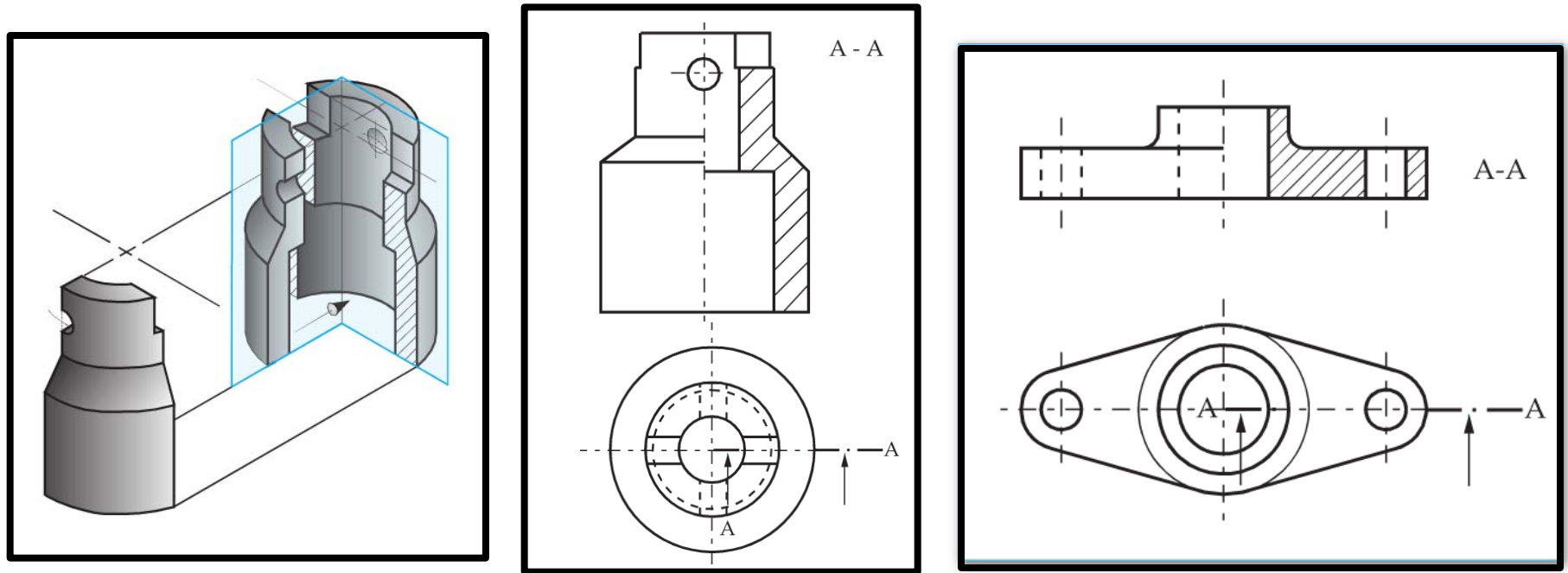


Fig. 23 – Pezzi semisezionati

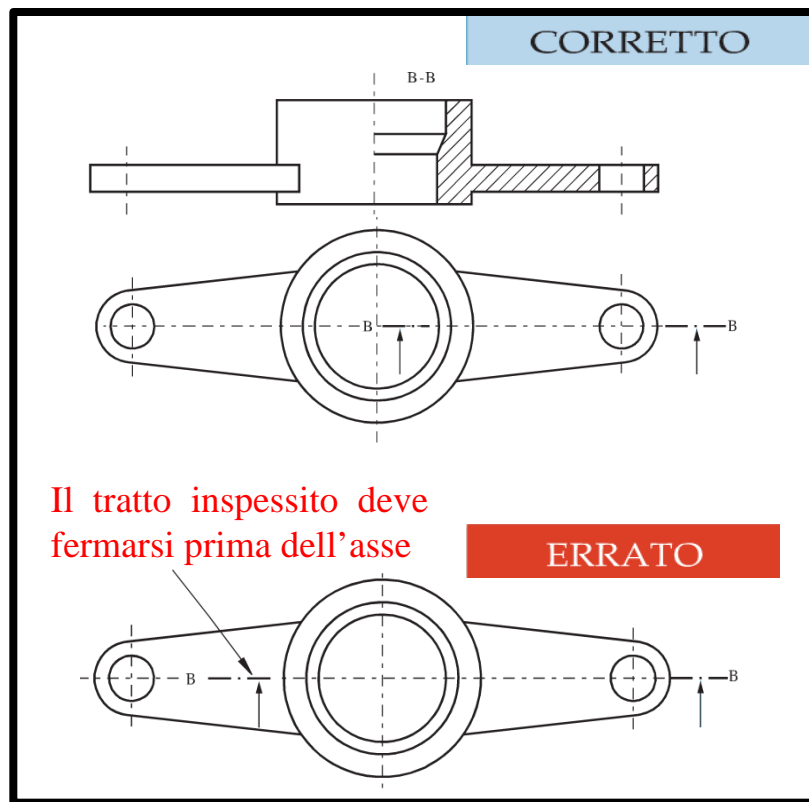


Fig. 24 - Semisezione

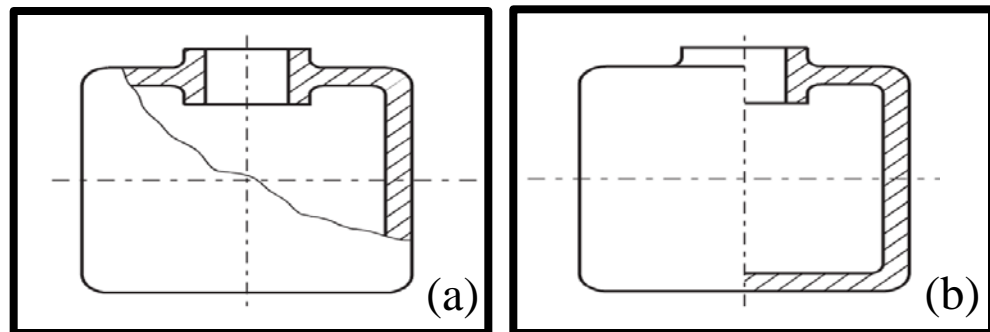


Fig.25 - Caso particolare in cui può essere usata una semisezione (figura 25b) o una sezione parziale (figura 25a) (vedi paragrafo successivo)

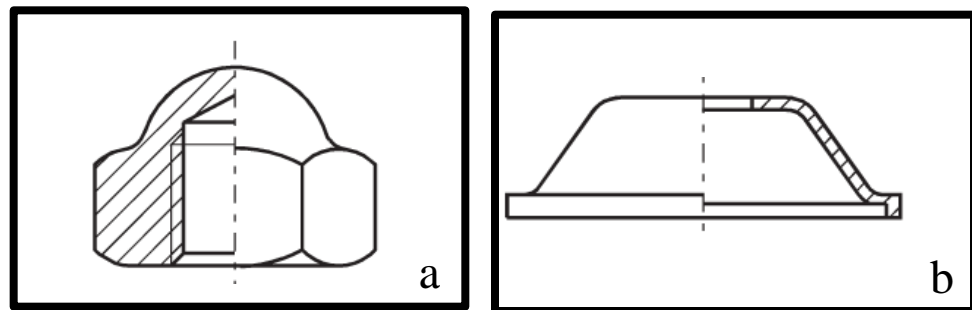
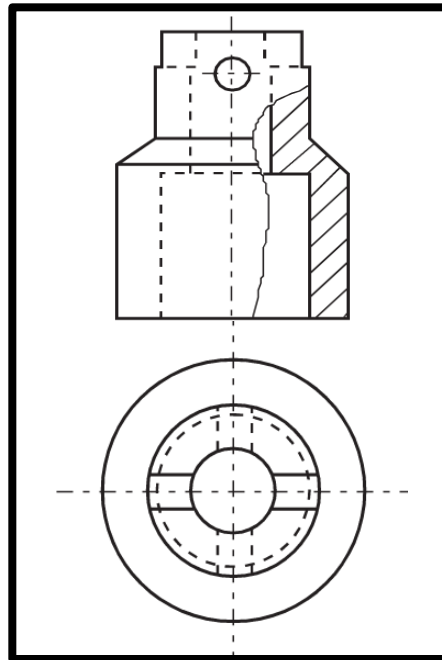
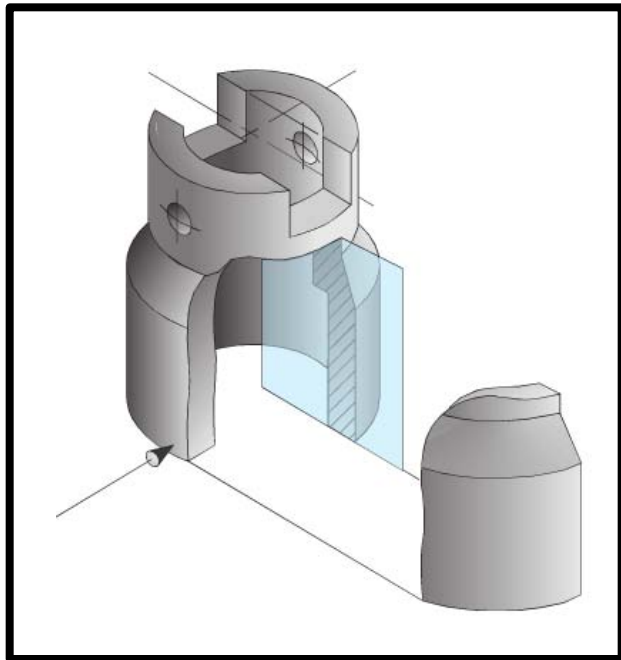


Fig. 26 - Casi particolari sono le semizezioni con una sola vista (a e b) in cui non serve alcuna indicazione del piano di semisezione

f) Sezioni parziali

Questi tipi di sezione **trovano frequente utilizzo** in tutti quei pezzi per i quali è necessario mettere in evidenza delle parti interne ***non molto estese***, senza dover ricorrere a piani di sezione, praticamente inutili, che mostrerebbero anche vaste superfici del tutto prive di particolari da evidenziare (figura 27); si immagina cioè di



effettuare la rottura del pezzo per vedere solo quello che interessa di una parte interna; le sezioni parziali sono delimitate dalle linee di contorno delle zone sezionate e da una **linea fine irregolare** (o linea a zig-zag) **che ha inizio e termine sulle linee di contorno del pezzo.**

Fig. 27 – Sezione parziale: si immagina di aver effettuato una rottura del pezzo nella zona interessata

Errori di esecuzione nelle sezioni parziali

In una sezione parziale *non si indica la traccia del piano di sezione* (come mostrato in figura 28), poiché si tratta di un rottura parziale del pezzo. Altra avvertenza importante per non provocare errori di interpretazione è quella di **non terminare mai la porzione sezionata su linee di vista del pezzo** interrompendo invece la sezione parziale in modo chiaro e visibile con **linea irregolare sottile**, senza causare coincidenze con linee di diverso significato (figura 29); l'indicazione della rottura ideale deve essere fatta con **linea fine irregolare** (figura 30); i fori ciechi e le cavità possono essere messe in evidenza in modo chiaro con le sezioni parziali **evitando l'impiego di linee tratteggiate** (figura 31).

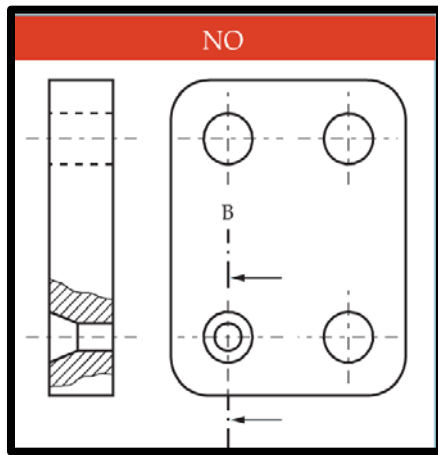


Fig. 28

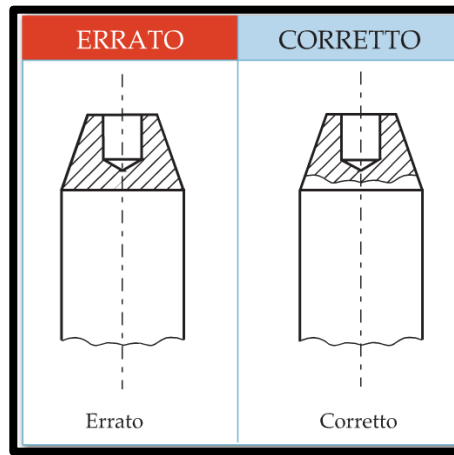


Fig. 29

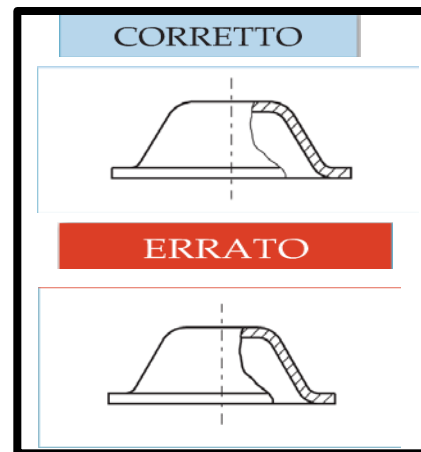


Fig. 30

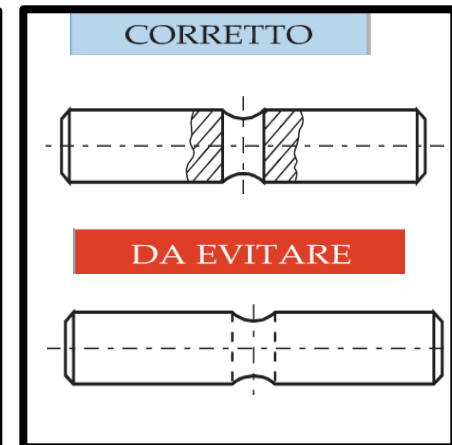


Fig. 31

g) Sezione ribaltata in luogo

Per maggiore chiarezza o per risparmio di tempo o di spazio si possono eseguire **sezioni ribaltate in luogo** (o **in loco** o **locali**).

Una sezione trasversale può essere ribaltata in luogo **quando essa ha almeno un asse di simmetria**; il pezzo viene tagliato con un piano di cui tale asse rappresenta la traccia, e la sezione viene poi ruotata attorno a questa traccia (figura 32). In questo caso il contorno della sezione deve essere disegnato con la linea di tipo continua fine (tipo 01.1) e si deve rappresentare **solo** quello che giace nel piano della sezione.

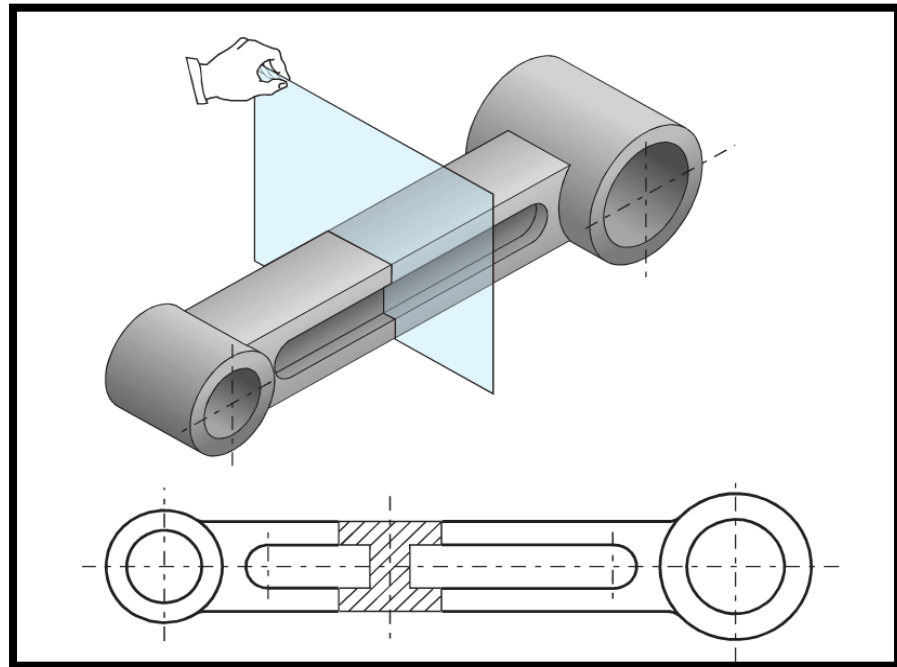


Fig. 32 – Sezione ribaltata in luogo del fusto di una biella ; il contorno della sezione deve essere eseguito con linea continua fine

Non occorrono scritte per indicare la sezione ribaltata in luogo, e poiché c'è simmetria non occorrono nemmeno le frecce (figure 33 e 34).

Sezioni ribaltate in luogo vengono usate anche quando non esistono assi di simmetria, ma la rappresentazione risulta chiaramente comprensibile, ad esempio nel caso di profilati.

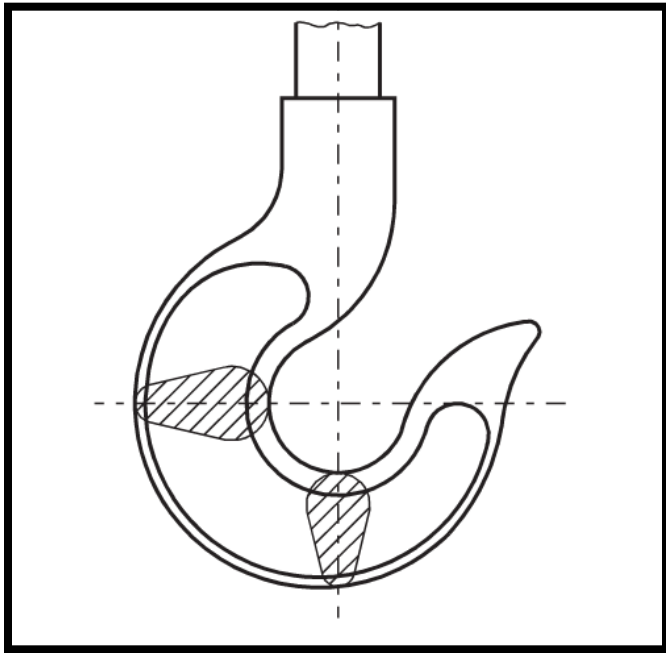


Fig. 33 – Sezioni di un gancio ribaltate in luogo

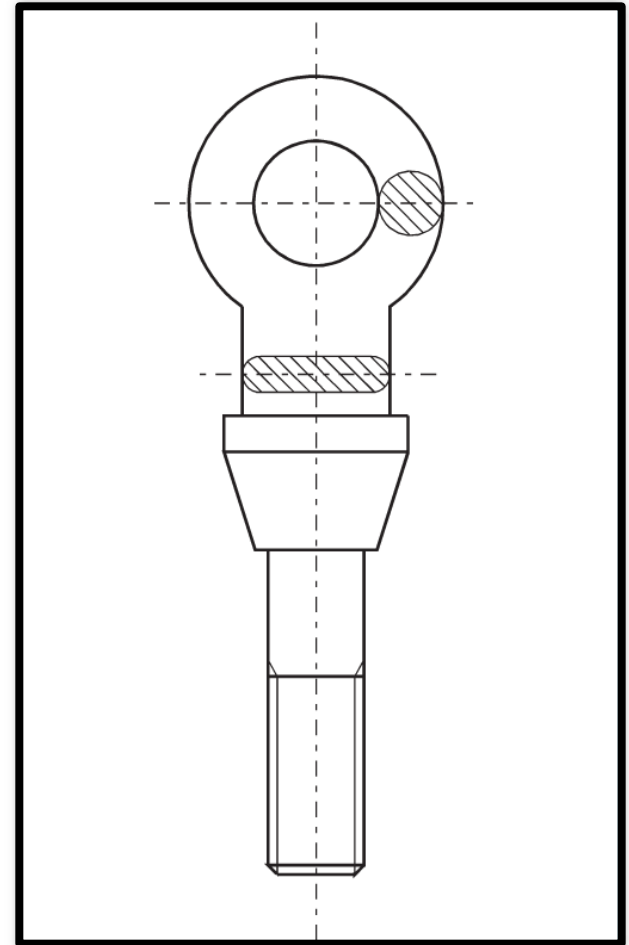


Fig. 34 – Altro esempio di sezioni ribaltate in luogo

h) Sezione in vicinanza

Si può anche immaginare di eseguire una sezione locale e poi **traslarne la rappresentazione**, in modo che non risulti sovrapposta al pezzo, ma che rimanga **in vicinanza**. La sezione rappresenta ancora solo quello che è tagliato dal piano di sezione ed i suoi contorni sono tracciati con linea **continua grossa**. La sezione può essere disposta:

- a) sul prolungamento della traccia del piano di sezione: in tal caso essa non necessita dell'indicazione del piano di sezione (figura 35 a);
- b) oppure può essere disposta in una posizione diversa, anche ruotata, quando ciò non dia origine a confusione; in questo caso si devono apporre le lettere di contrassegno, disposte accanto alle frecce e sopra la sezione (figura 35 b).

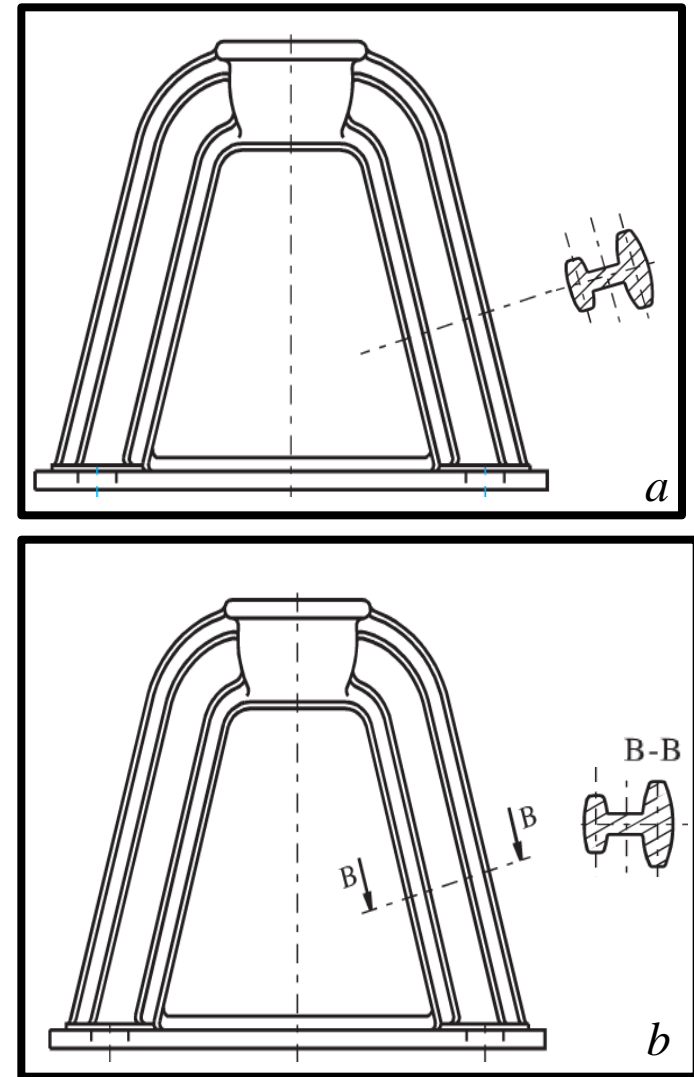


Fig. 35 - Sezione posta in vicinanza

i) Sezioni successive

Le sezioni successive possono essere considerate come una **successione** di sezioni poste in vicinanza:

a) come **allineamento nella direzione della traccia dei rispettivi piani di sezione** (figura 36) ; in questo caso è necessario togliere ogni ambiguità aggiungendo delle frecce e le relative lettere che indichino con assoluta chiarezza in qual modo sono viste le sezioni. Inoltre la sezione disegnata comprende la sola parte effettivamente sezionata, **escludendo cioè la parte che rimane in vista**.

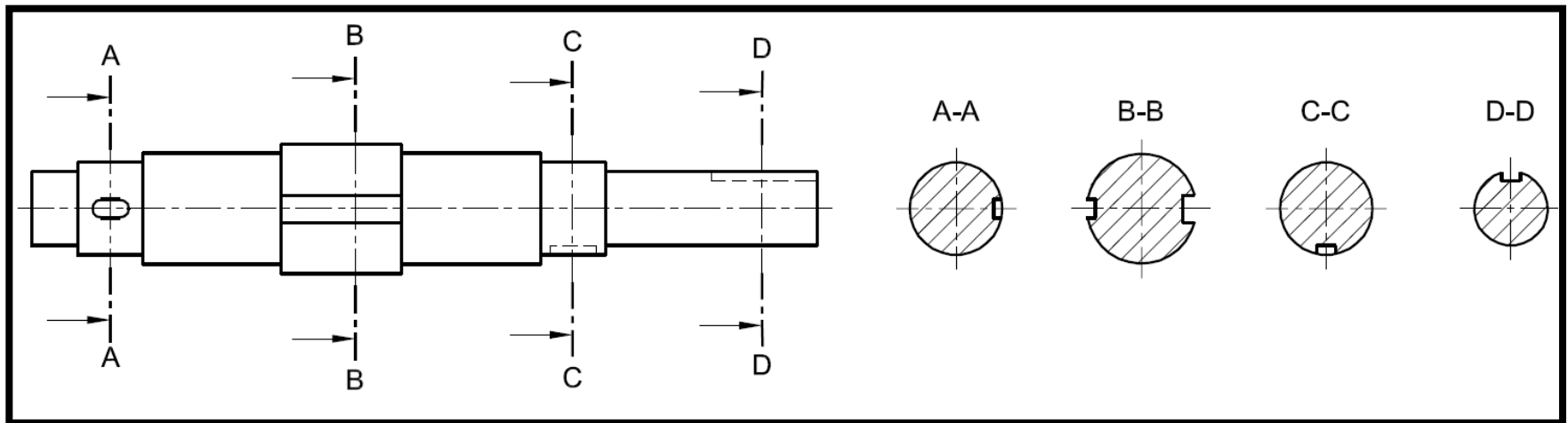


Fig. 36 – Sezioni successive di un albero; c'è l'indicazione dei piani di sezione. Si noti che le parti in vista, non sezionate, non vengono rappresentate.

b) poste sul prolungamento delle tracce dei piani di sezione; non occorre l'indicazione del piano di sezione (figura 37).

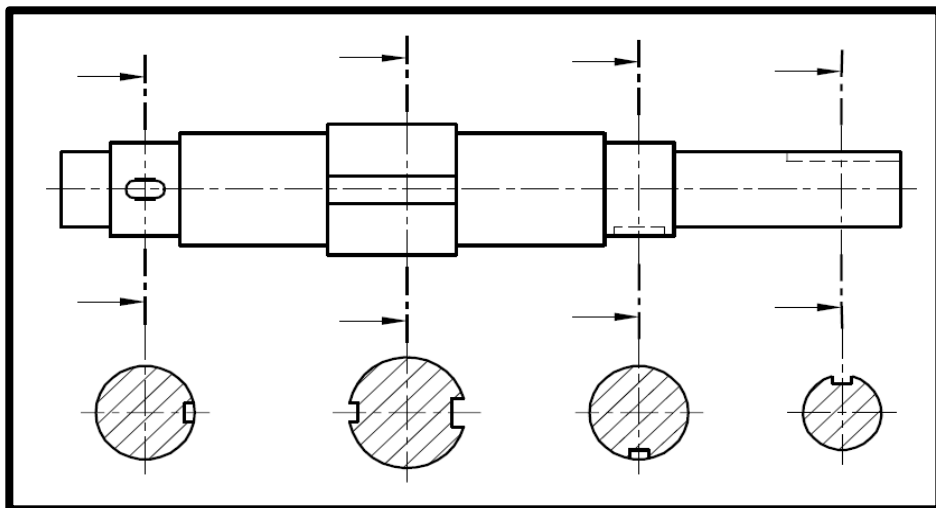


Fig. 37 – Sezioni successive su un albero poste sul prolungamento delle tracce dei piani di sezione; non occorre l'indicazione dei piani di sezione

c) come allineamento di sezioni trasversali fuori dalla figura (figura 38).
In questo caso le sezioni sono allineate in una posizione qualsiasi del disegno e pertanto esse necessitano della indicazione del piano di sezione. Viene anche indicato l'**angolo di rotazione** che porta alla rappresentazione illustrata.

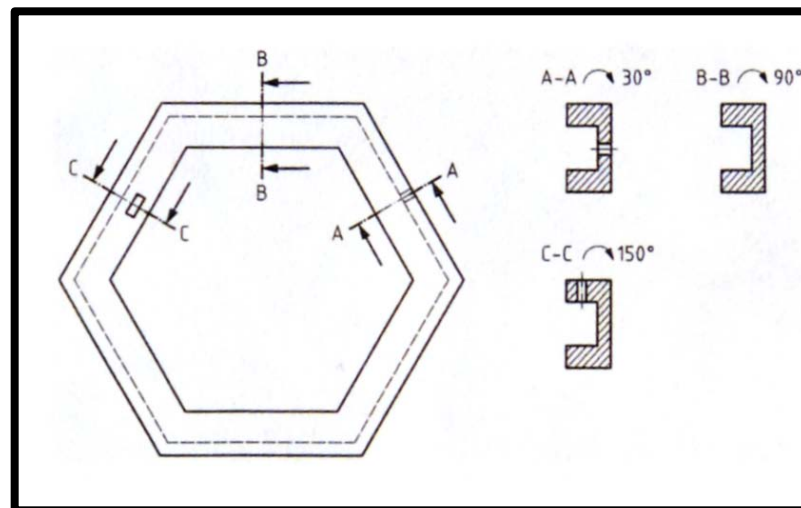


Fig. 38

Rappresentazione delle superfici sezionate

a) Su tutte le superfici di sezione, che giacciono cioè nei piani di taglio, è previsto dalla normativa un **tratteggio mediante linee continue fini (tipo 01.1) formanti con l'asse del pezzo o le linee di contorno più significative un angolo di 45°** (figura 39a). Sono però previste anche inclinazioni diverse, comunque comprese tra 30° e 60° (figura 39c) per evitare che il tratteggio sia parallelo agli assi o a linee di contorno (figura 39b e d). Se i contorni del pezzo sezionato sono inclinati di 45° , è possibile utilizzare l'inclinazione 0° o 90° .

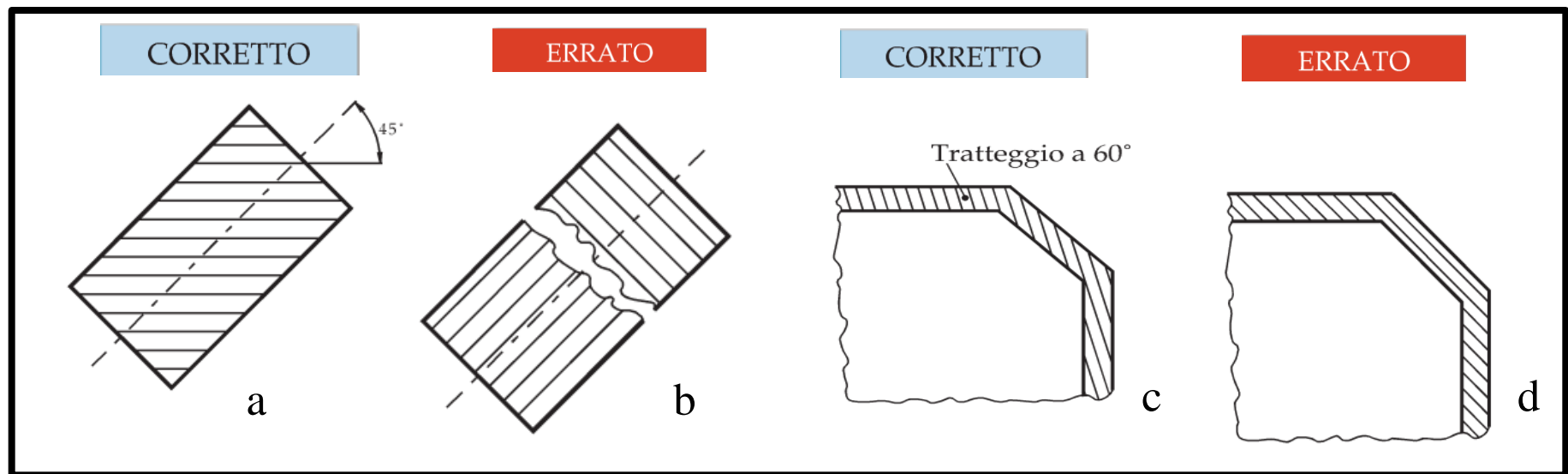


Fig. 39 – Tratteggio delle superfici sezionate

b) Compatibilmente con la chiarezza del disegno, la **distanza tra le linee (passo)** deve essere la **più larga possibile** (figura 40).

Sono considerate **sbagliate** le soluzioni con **tratteggio a passo troppo piccolo** (figura 41a) in quanto l'immagine viene appesantita, le soluzioni con linee di **groschezza irregolare** (figura 41b), le soluzioni con **linee troppo lunghe o corte** (figura 41c), le soluzioni con **spazi irregolari** (figura 41d) e le soluzioni con **linee troppo spaziate** perché il tratteggio rischia di risultare poco evidente.

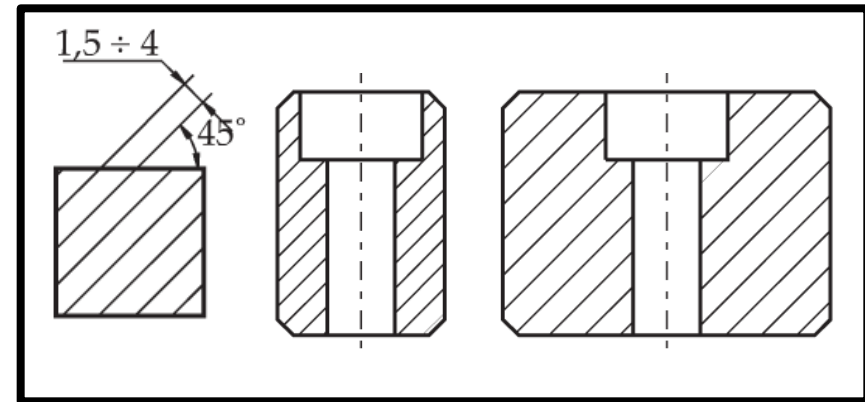


Fig. 40– La distanza tra le linee del tratteggio deve essere proporzionata alle dimensioni del disegno

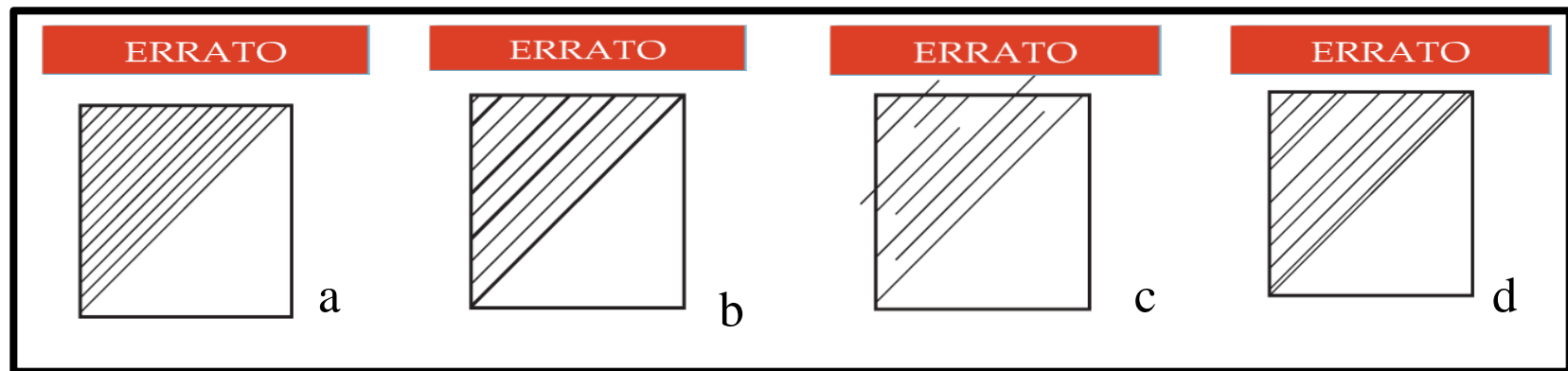


Fig. 41 – Alcune esecuzioni di tratteggio sbagliate

c) Per superfici sezionate molto ampie si può limitare il tratteggio alla zona **adiacente al contorno** (figura 42).

Invece le sezioni di **piccolo spessore**, ad esempio lamiere o profilati, **possono essere annerite** completamente, lasciando un sottile spazio bianco tra gli elementi sezionati adiacenti (figura 43) per distinguerli.

Il tratteggio viene interrotto in corrispondenza di lettere, cifre o simboli grafici od eventuali altre indicazioni messe sul disegno (figura 44).

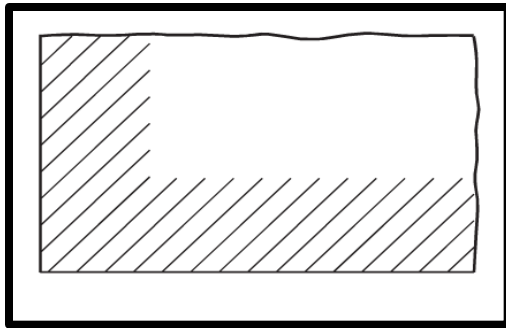


Fig. 42

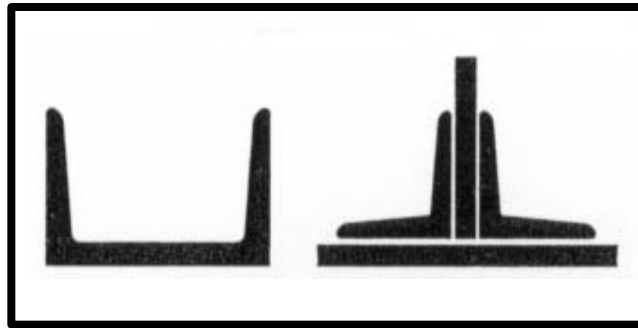


Fig. 43

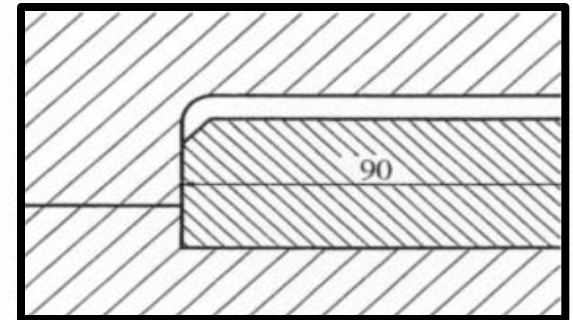


Fig. 44

d) Nel caso di **sezioni di gruppi o complessivi**, i tratteggi del **medesimo pezzo** hanno la **stessa inclinazione**, mentre i tratteggi di parti contigue appartenenti a **pezzi diversi** hanno **differente inclinazione e passo** (figure 45a e 45b).

Se però in un disegno complessivo un elemento sezionato è composto di parti diverse ma è indicato con un unico numero di riferimento (ad esempio un cuscinetto a sfere, figura 45 c) si può usare il medesimo tratteggio per tutte le parti componenti.

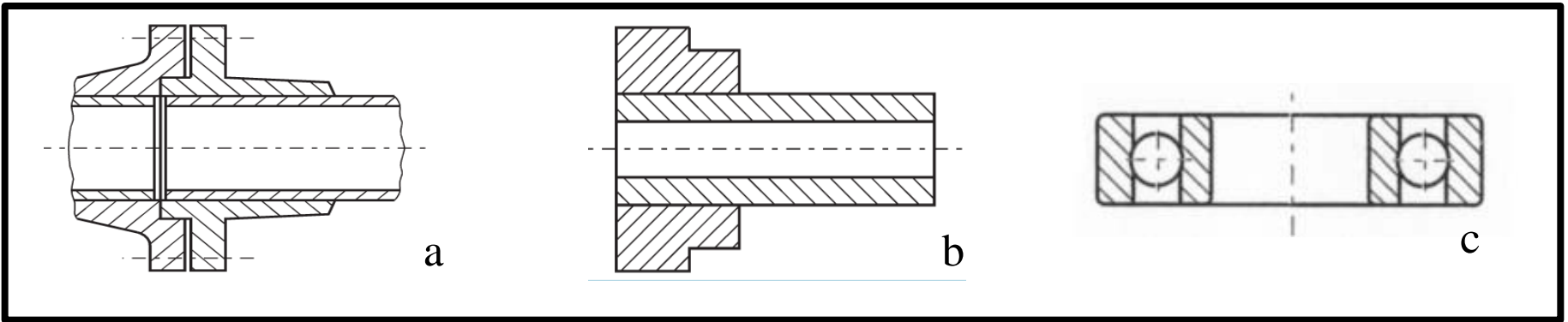


Fig. 45 – Sezioni di complessivi

e) Nel caso di **sezioni di gruppi o complessivi**, con pezzi di diverse grandezze è conveniente che il passo del tratteggio sia proporzionato alla grandezza dei pezzi stessi (figura 46).

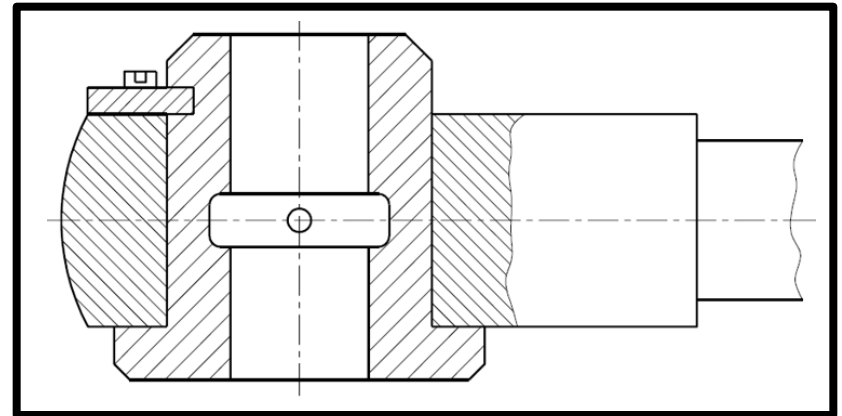


Fig. 46

e) Tratteggi generali

Quando interessa differenziare di massima soltanto la **natura dei materiali** si usa:

- il tratteggio di figura 47a per i **materiali aeriformi ed assimilabili**;
- il tratteggio di figura 47b per i **solidi**;
- il tratteggio di figura 47c per i **liquidi**;
- il tratteggio di figura 47d per il **terreno**.

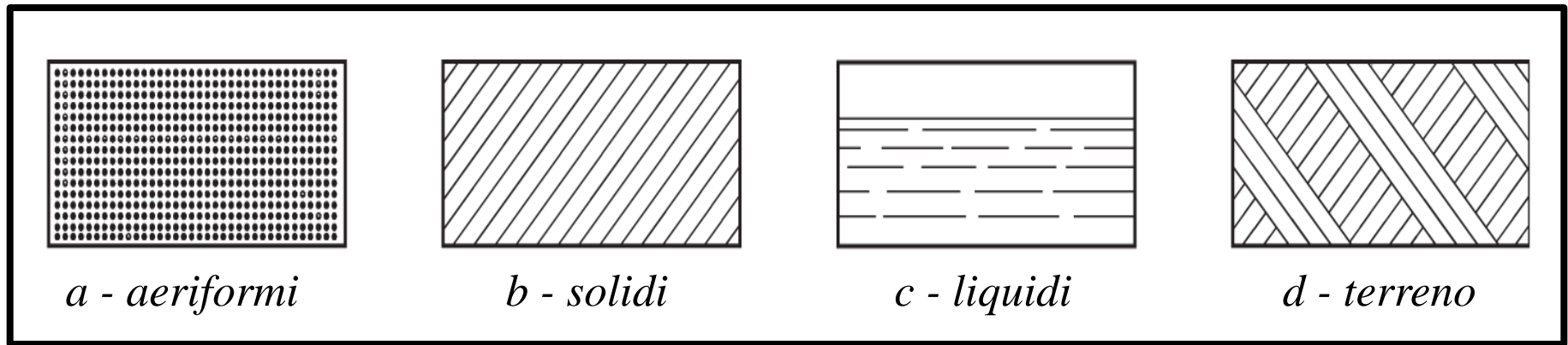


Fig. 47 – tratteggio per differenziare la natura dei materiali

Quando è necessaria una specificazione ulteriore dei materiali solidi (figura 47b) si usa: il tratteggio di figura 48a per il **materiale predominante** (es. metallo in meccanica, laterizio in edilizia, vetro in ottica, ecc. ...); il tratteggio di figura 48b per il **materiale da mettere in particolare evidenza** (es. parti a contatto con quelle individuate con il tratteggio di figura 48a); il tratteggio di figura 48c per i **materiali ausiliari** (es. materie plastiche in meccanica, pietre e marmi in edilizia, ecc. ...); il tratteggio di figura 48d per il **legno**; il tratteggio di figura 48e per gli avvolgimenti; il tratteggio di figura 48f per gli **isolanti**; il tratteggio di figura 48g per i **materiali trasparenti**; il tratteggio di figura 48h per il conglomerato cementizio.

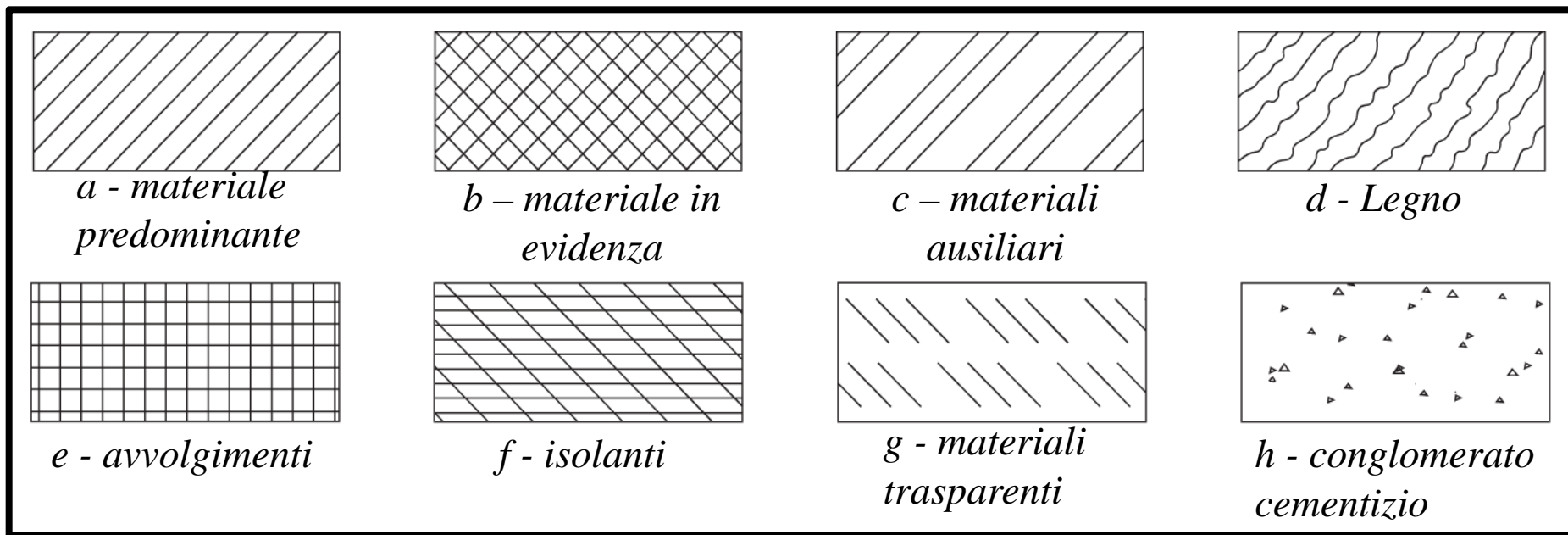


Fig. 48 – tratteggio per specificare materiali solidi

Convenzioni di rappresentazione delle sezioni

Parti rappresentate non sezionate

Parti rappresentate non sezionate

Le vigenti norme sul disegno tecnico, più in particolare sulle sezioni, presentano un notevole numero di eccezioni alla regola generale che impone il tratteggio delle parti sezionate: in altre parole si presentano numerosi casi nei quali, per convenzione, alcuni elementi di pezzi sezionati vengono disegnati come se non fossero sezionati, cioè non vengono tratteggiati.

In particolare, devono essere rappresentati non sezionati, ma in vista, anche nella sezione:

1. le **nervature** (figure 49, 50, 51, 52);
2. gli **alberi** e i **perni** (figura 53, 54, 55);
3. i **bulloni (vite, dado, rondella)** (figura 56);
4. i **chiodi, ribattini e puntalini** (figura 57);
5. le **sfere** e i **rulli di cuscinetti volventi** (figura 58),
6. le **razze di pulegge** (figura 59), e le **spine** (figura 60);
7. i **denti delle ruote dentate** (figura 61);
8. le **chiavette** e le **linguette** (figura 62);

e in generale tutti gli elementi che hanno piccolo spessore rispetto alla dimensione maggiore, quando quest'ultima è disposta parallela al piano di sezione.

1. NERVATURE

Le nervature rientrano tra gli elementi che hanno un piccolo spessore rispetto alla dimensione maggiore e quando quest'ultima è disposta parallela al piano di sezione, devono essere rappresentate **non sezionate ma in vista**, anche nella sezione (figura 49, 50, 51, 52)

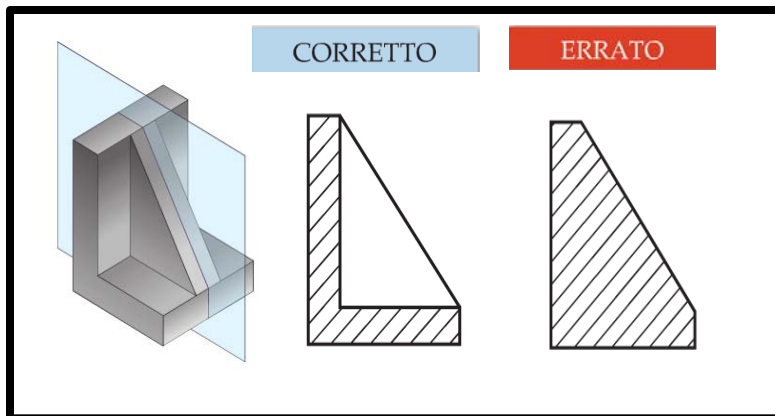


Fig. 49

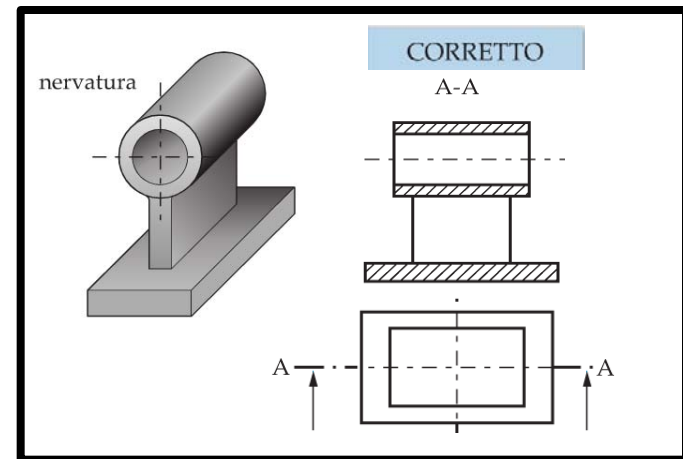


Fig. 50

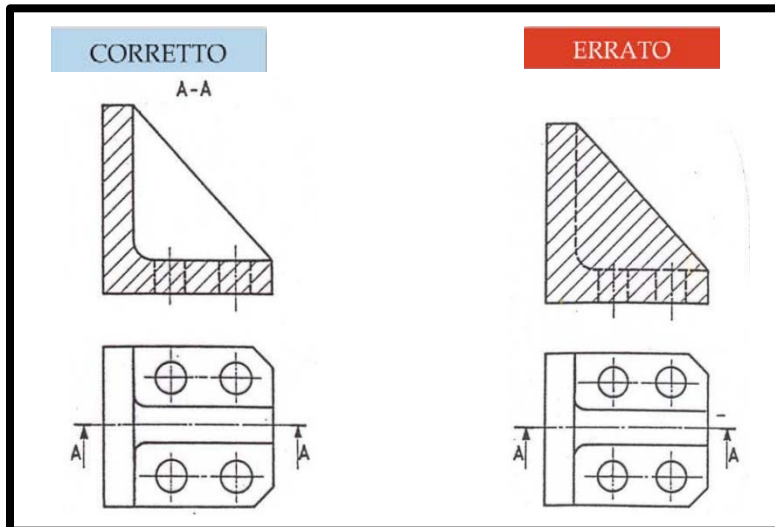


Fig. 51

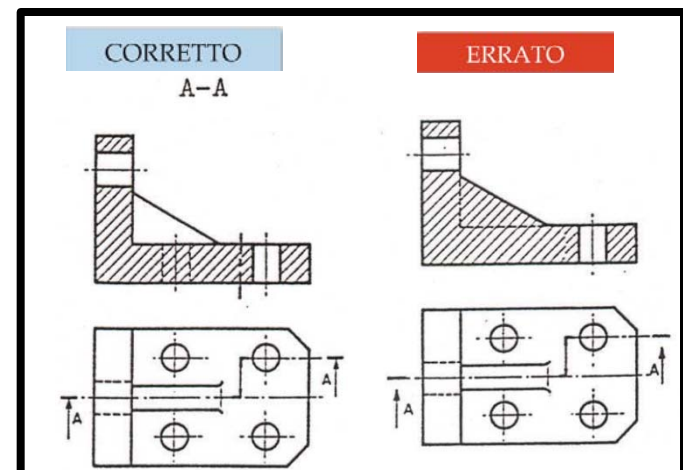


Fig. 52

2. ALBERI E PERNI

Gli alberi non si rappresentano **mai sezionati** (figura 53), a meno che non presentino particolarità costruttive (ad esempio tubazioni, alberi cavi, ...) che impongano di mettere in luce la forma della loro cavità interna e la lavorazione cui devono essere sottoposti (figura 54 in cui è stato usato il metodo della semisezione); si cerca però, di limitarsi alla zona indispensabile con una sezione parziale (figura 55a).

Non si sezionano i perni (figura 55b).

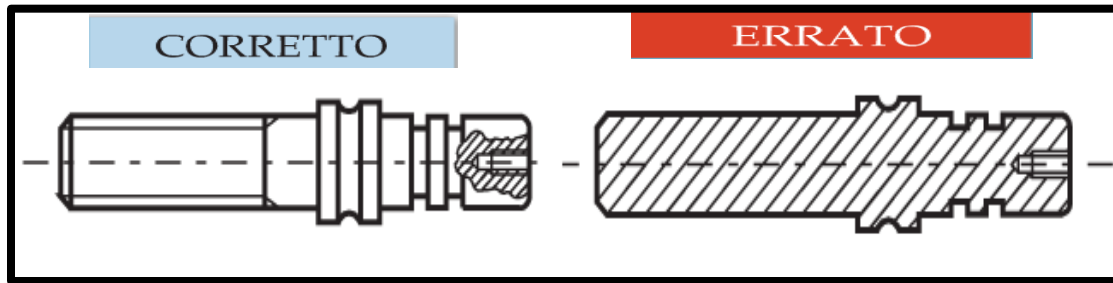


Fig. 53 - non si sezionano alberi

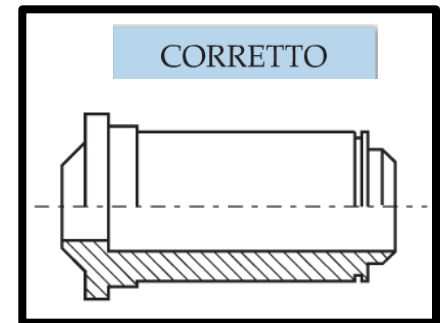


Fig. 54

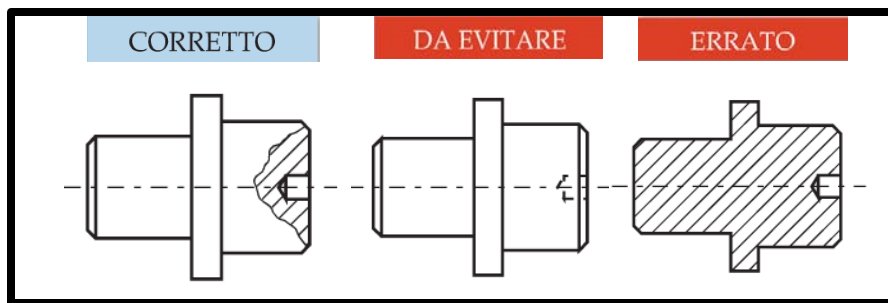


Fig. 55a - non si sezionano alberi

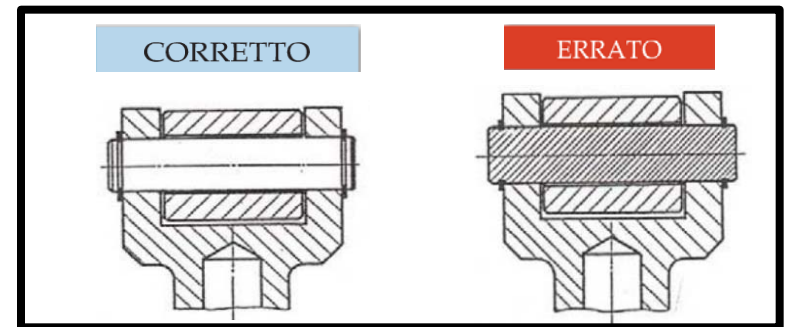
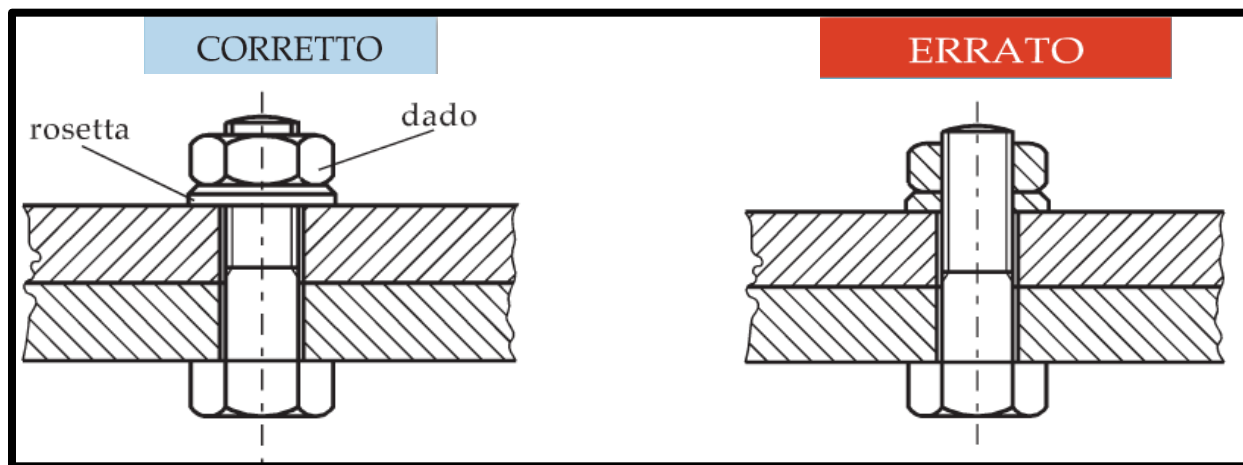


Fig. 55b - non si sezionano perni

3. BULLONI (VITE, DADO, RONDELLA)

Fig. 56 - non si sezionano viti, dadi, rondelle



4. CHIODI E/O RIBATTINI - PUNTALINI

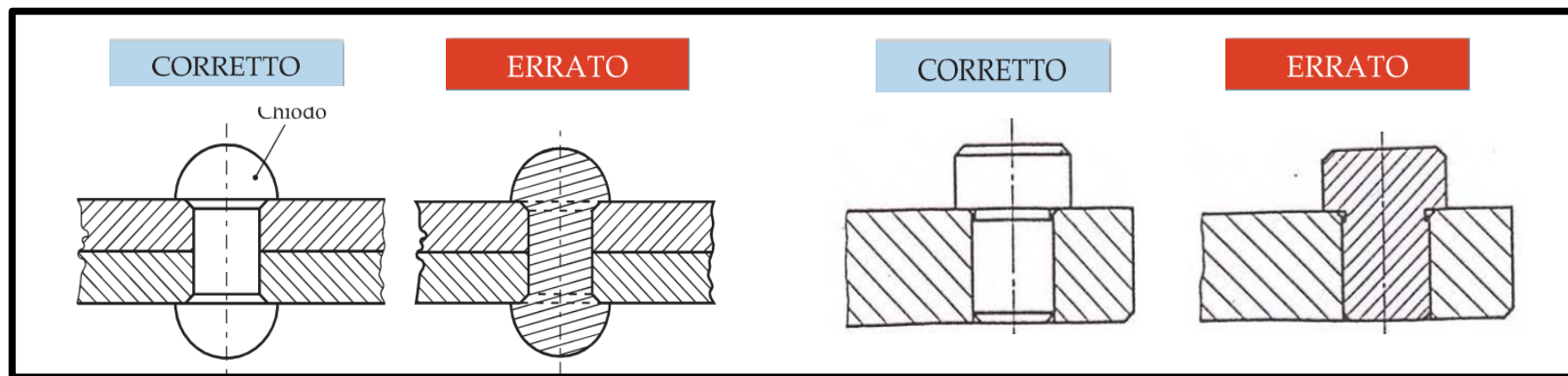


Fig. 57 non si sezionano chiodi e/o ribattini e puntalini

5. SFERE E RULLI DI CUSCINETTI VOLVENTI

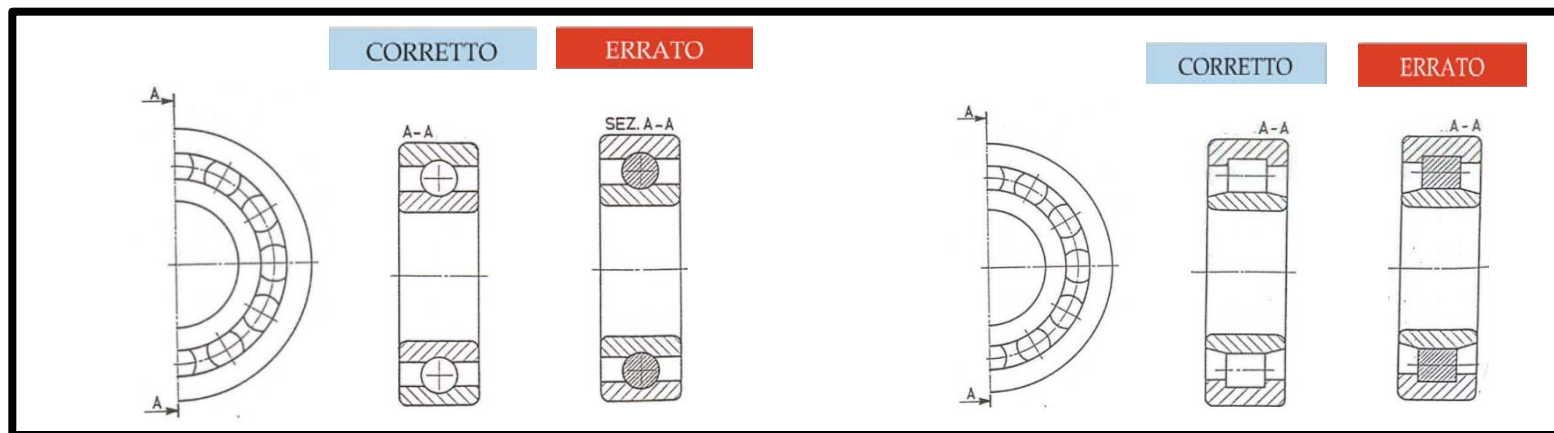


Fig. 58 - non si sezionano le sfere ed i rulli nei cuscinetti volventi

6. RAZZE DI PULEGGIE - SPINE

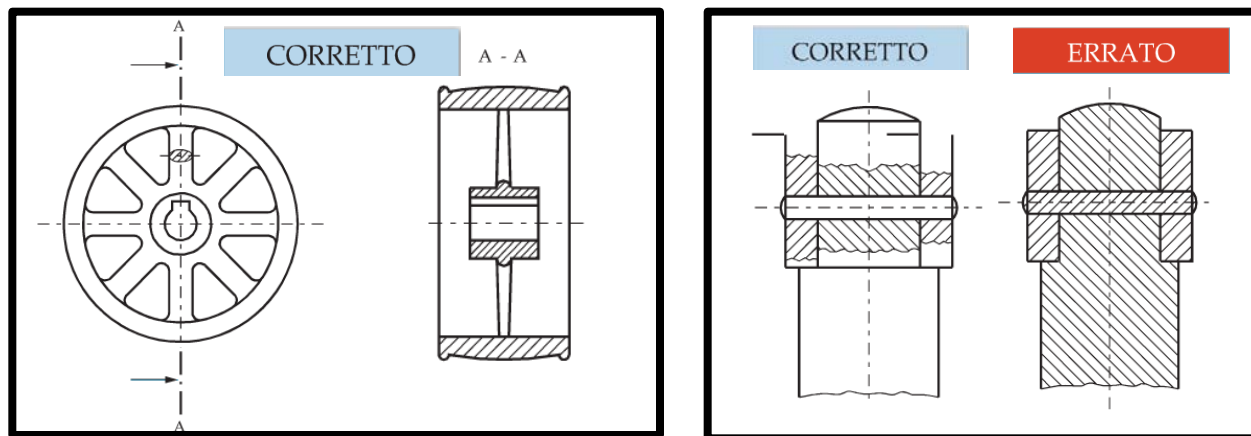
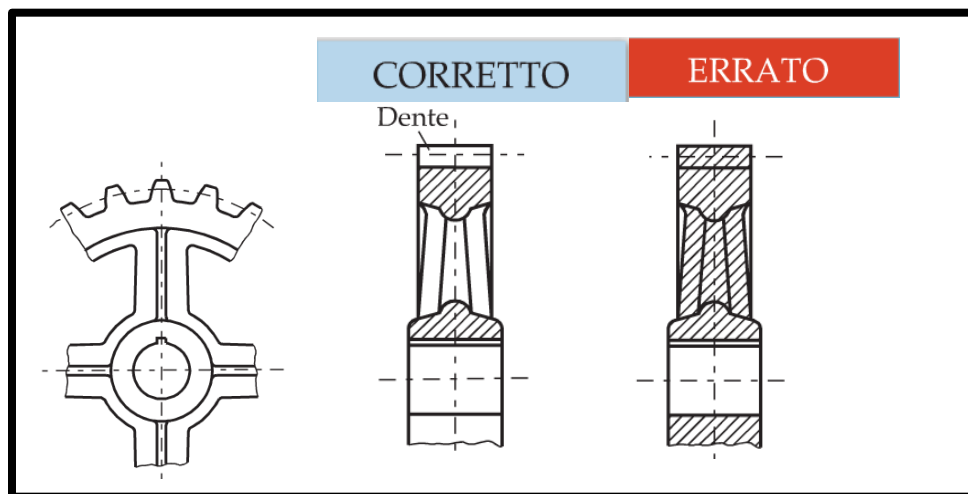


Fig. 59 - non si sezionano razze di pulegge

Fig. 60 - non si sezionano spine; per metterne in evidenza il montaggio si utilizza una sezione parziale

7. DENTI DELLE RUOTE MOTRICI

Fig. 61 - non si sezionano i denti delle ruote motrici



8. CHIAVETTE E LINGUETTE

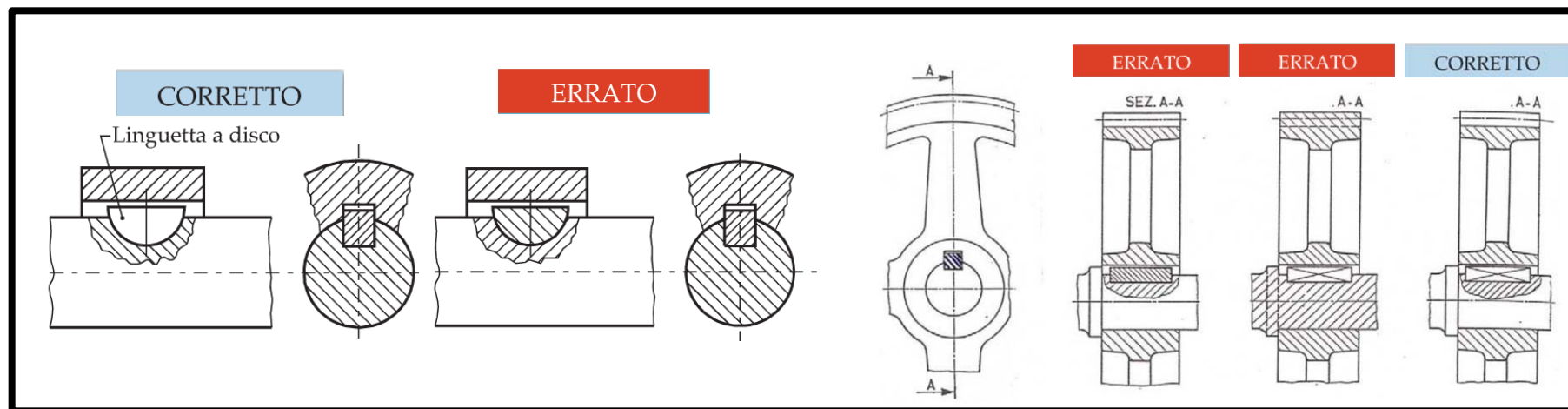
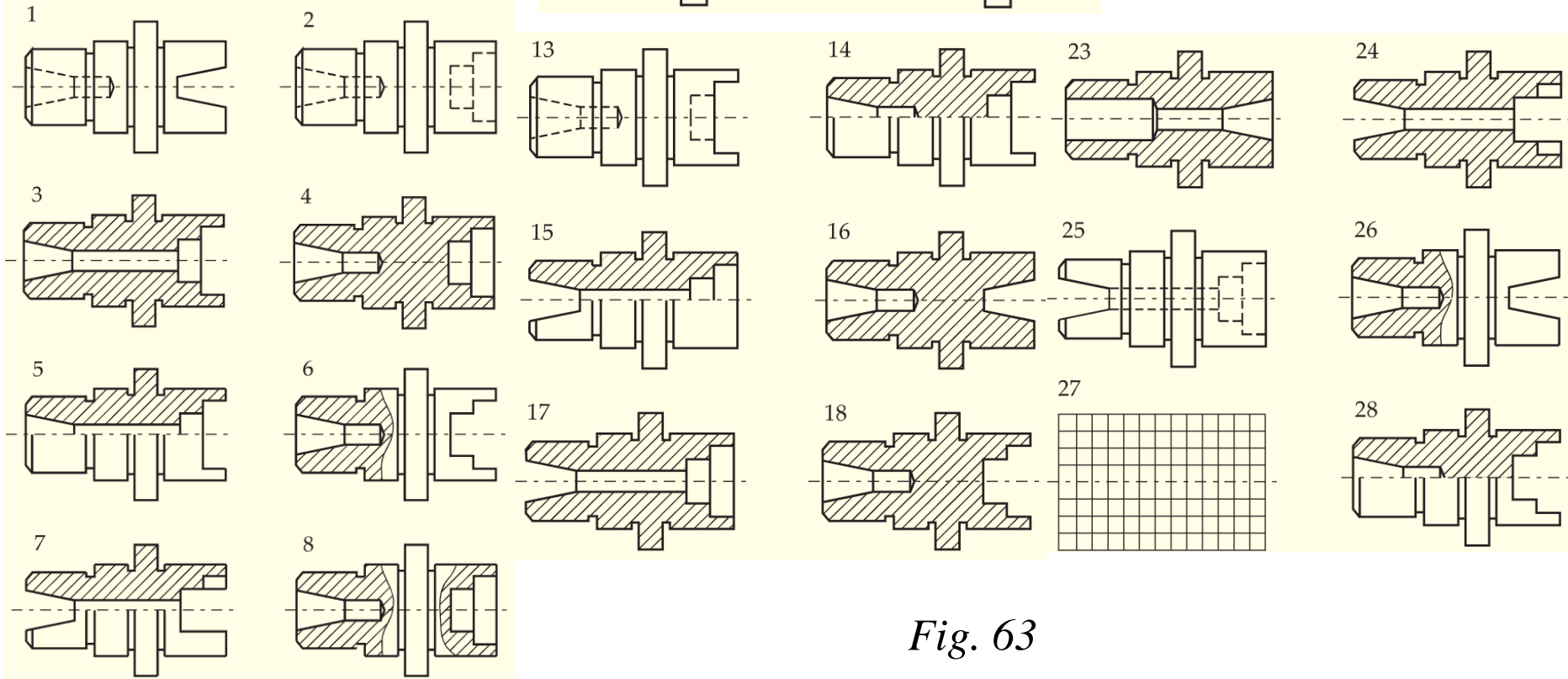


Fig. 62 non si sezionano le chiavette e le linguette

Esercizi sulle sezioni (facoltativi)

	Vista non sezionata	Sezione	Semisezione	Sezione parziale
A			14	
B	2			
C		18		
D	25			
E			20	
F	27	23	19	
G	11			
H		24		



Sezioni e intersezioni di solidi elementari

Sezioni e intersezioni di solidi elementari

Premessa

Sezioni di solidi non assialsimmetrici

Sezioni di solidi assialsimmetrici

Premessa

Le regole di geometria descrittiva che sono state presentate nel corso della trattazione sulle proiezioni ortografiche trovano applicazione anche nella rappresentazione di **solidi geometrici tagliati da piani di sezione**.

Nei casi più semplici il **piano di sezione è parallelo ad uno dei tre piani principali** (ed è quindi perpendicolare agli altri due). In questo caso la vera forma della sezione è quella fornita dalla proiezione sul piano di proiezione parallelo al piano di sezione.

Nel caso più generale, invece, il piano di sezione risulta **perpendicolare ad un piano principale ed inclinato rispetto agli altri due** oppure (caso ancor più generale) **inclinato rispetto a tutti i tre piani principali di proiezione**. Bisogna allora ricorrere a proiezioni ausiliarie per ottenere la vera forma della sezione, come è già stato illustrato nel Cap. 3.

Solidi non assialsimmetrici

Se il solido considerato è di tipo prismatico (ossia è un *cilindro* con sezione retta *non circolare*) oppure è una *piramide*, ricorrendo ai concetti illustrati nei capitoli precedenti si possono ottenere le viste del solido sezionato, partendo dalle intersezioni del piano di sezione con le superfici del solido.

In particolare **la sezione del solido sarà un poligono** i cui vertici si ottengono determinando le intersezioni del piano sezionante con gli spigoli del solido.

L'operazione di costruzione della sezione è però molto semplice se il piano sezionante è ortogonale ad almeno uno dei tre piani principali.

Ad esempio, nel caso del prisma di figura 64, una volta fissato il piano di sezione M-M (individuato dalle sue due tracce sul p.o. e sul p.l.), si possono disegnare, nella vista frontale, le linee di intersezione del piano con le superfici del prisma.

Queste linee di intersezione costituiranno le linee di contorno della sezione (che vengono chiamate anche **linee d'ambito di sezione**). L'area della sezione viene poi evidenziata con il tipico tratteggio (campitura).

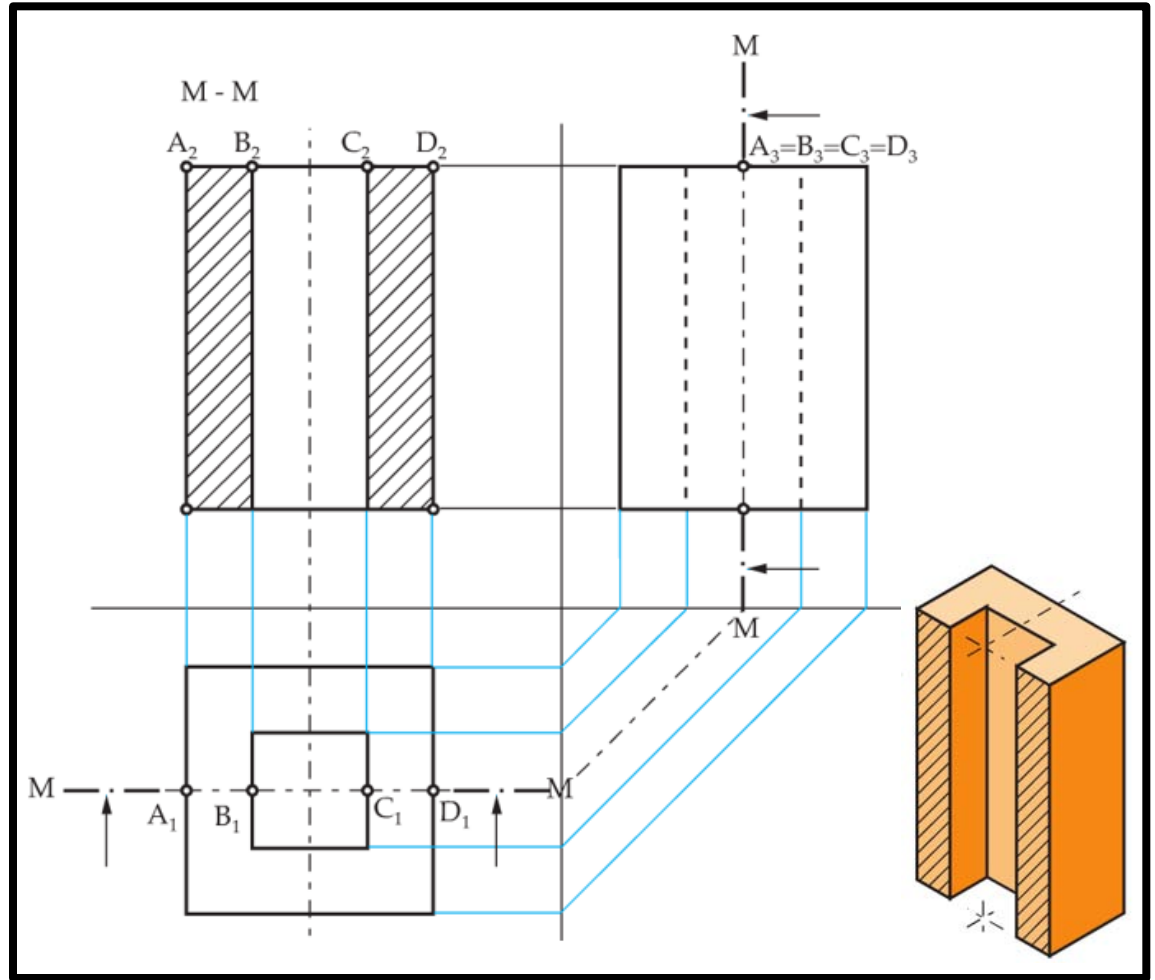


Fig. 64 – Sezione di un prisma cavo avente l'asse perpendicolare al p.o., mediante un piano M-M perpendicolare al p.o.

Nel caso della figura 65, il piano di sezione è *inclinato* rispetto ai piani p.o. e p.l. mentre è *perpendicolare* rispetto al p.v. . La determinazione delle linee di contorno delle sezioni, sia nella pianta, sia nella vista laterale, è abbastanza semplice.

Si tenga però presente che nessuna di queste rappresentazioni dà la vera forma della sezione stessa, e quindi converrebbe fare riferimento ad una vista ausiliaria sulla quale costruire la vera forma sezione.

Essa può essere determinata con la stessa costruzione delle figure 21, 22, 23 e 24 (quest'ultima relativa ad un esagono) presentata nel Cap. 3 sulle proiezioni ortografiche.

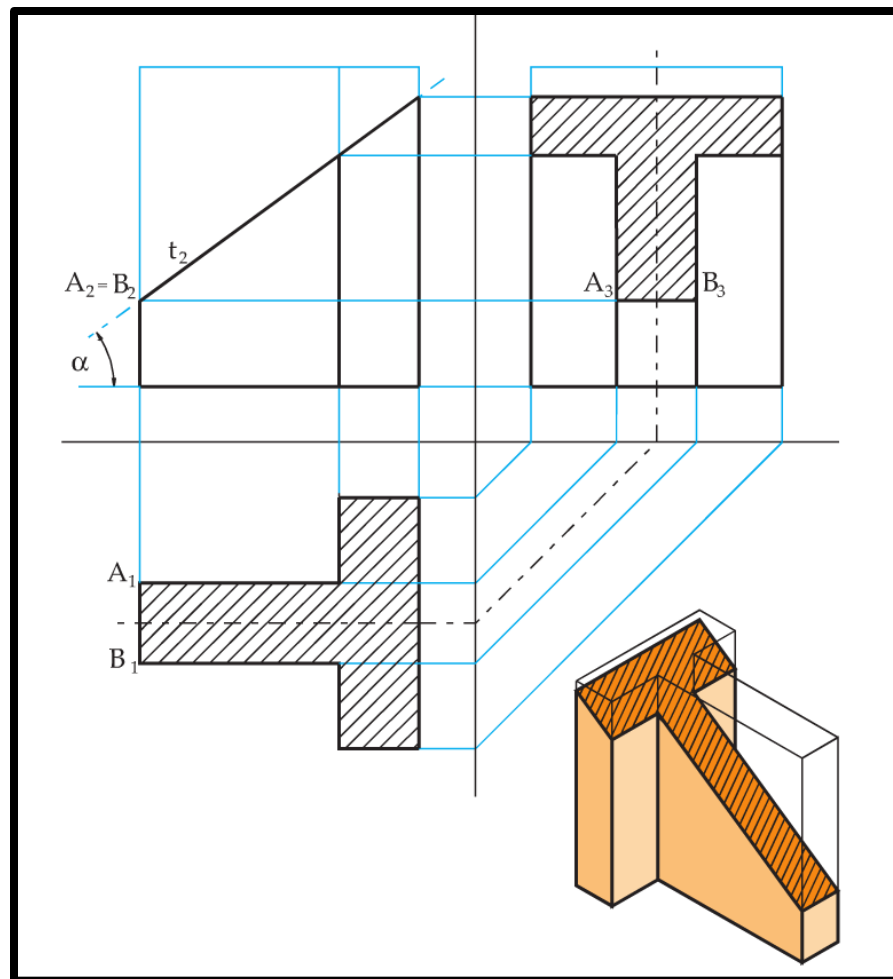


Fig. 65 – Sezione di un solido perpendicolare al p.o., con la base a forma di T, mediante un piano t_2 perpendicolare al p.v. e inclinato di α rispetto al p.o.

Solidi assialsimmetrici

Cilindro

Particolare interesse pratico hanno le sezioni piane di solidi assialsimmetrici, come il cilindro e il cono. Nel caso del cilindro, si possono avere i tre casi illustrati in figura 66: piano di sezione **parallelo all'asse** del cilindro, si ottiene una **sezione rettangolare** (figura 66a); piano di sezione è **normale all'asse** del cilindro, si ottiene una **sezione circolare** (figura 66b); piano di sezione è **inclinato rispetto all'asse del cilindro**, si ottiene una **sezione ellittica** (figura 66c).

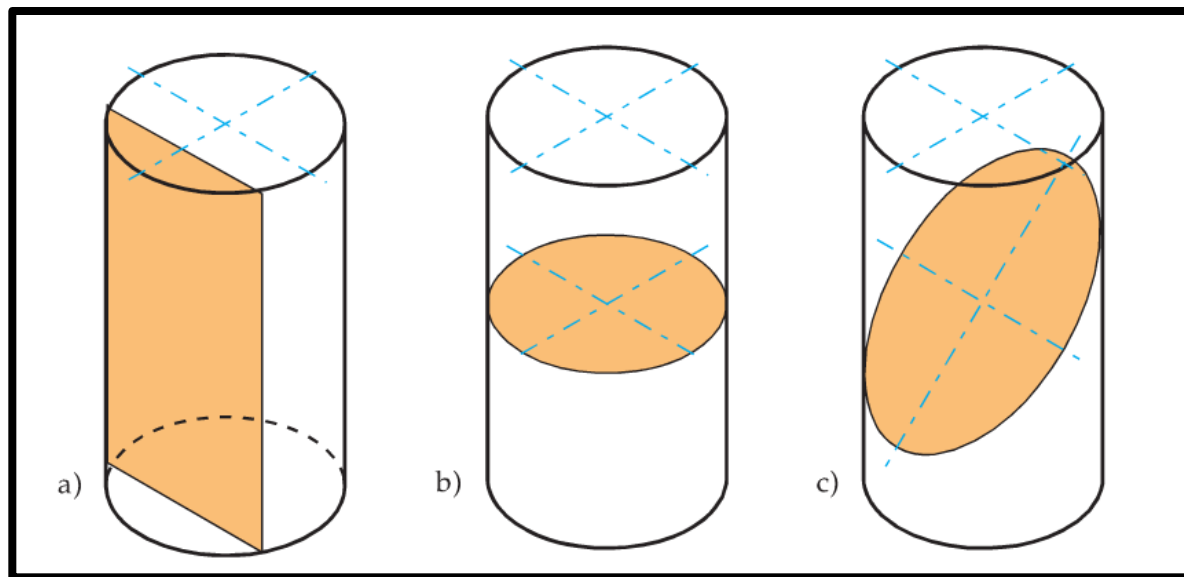


Fig. 66

Sempre con il piano di sezione **parallelo all'asse del cilindro** si ottiene una sezione rettangolare; infatti la figura 67 mostra la proiezione di un cilindro cavo che viene sezionato con un piano parallelo all'asse (e parallelo al p.l.)

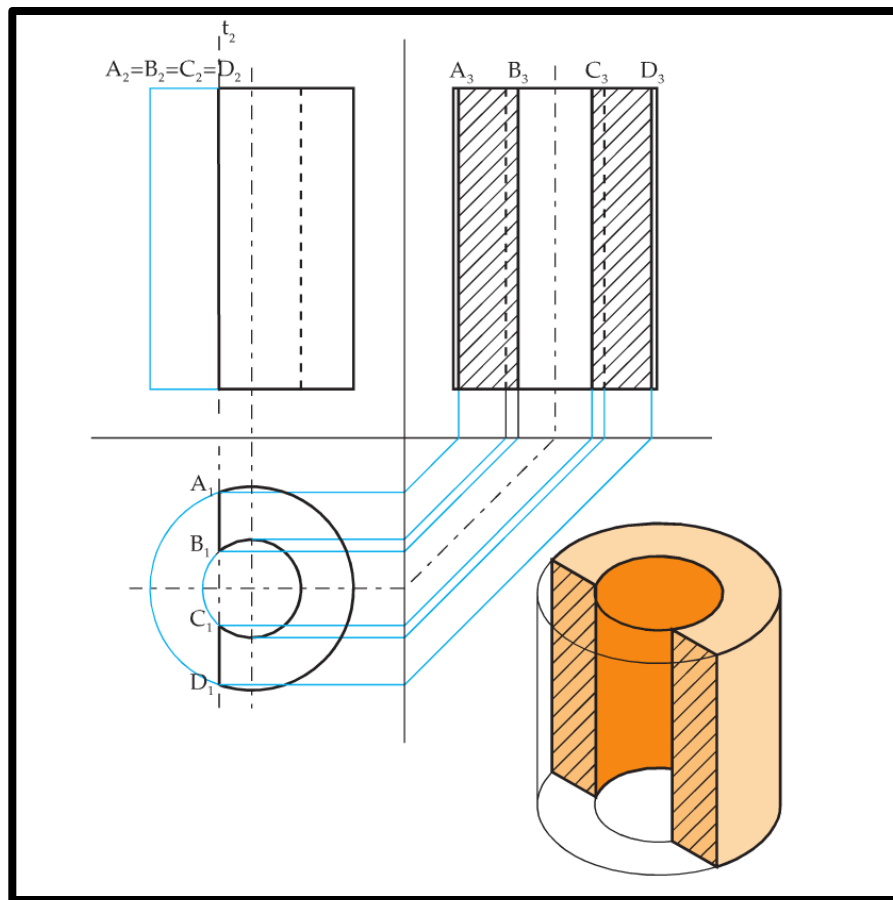


Fig. 67 – Sezione di un cilindro cavo con un piano t_2 parallelo all'asse

Se infine il **piano di sezione** è **inclinato** di 45° **rispetto all'asse** (figura 68) si ottiene che:

- la sezione proiettata sul p.v. è un'unica linea;
- la sezione proiettata sul p.o. necessita della proiezione di tanti punti discreti;
- la proiezione della sezione sul p.l. è un cerchio privato di una porzione.

Per ottenere la reale forma della sezione, si deve far ricorso ad una vista ausiliaria

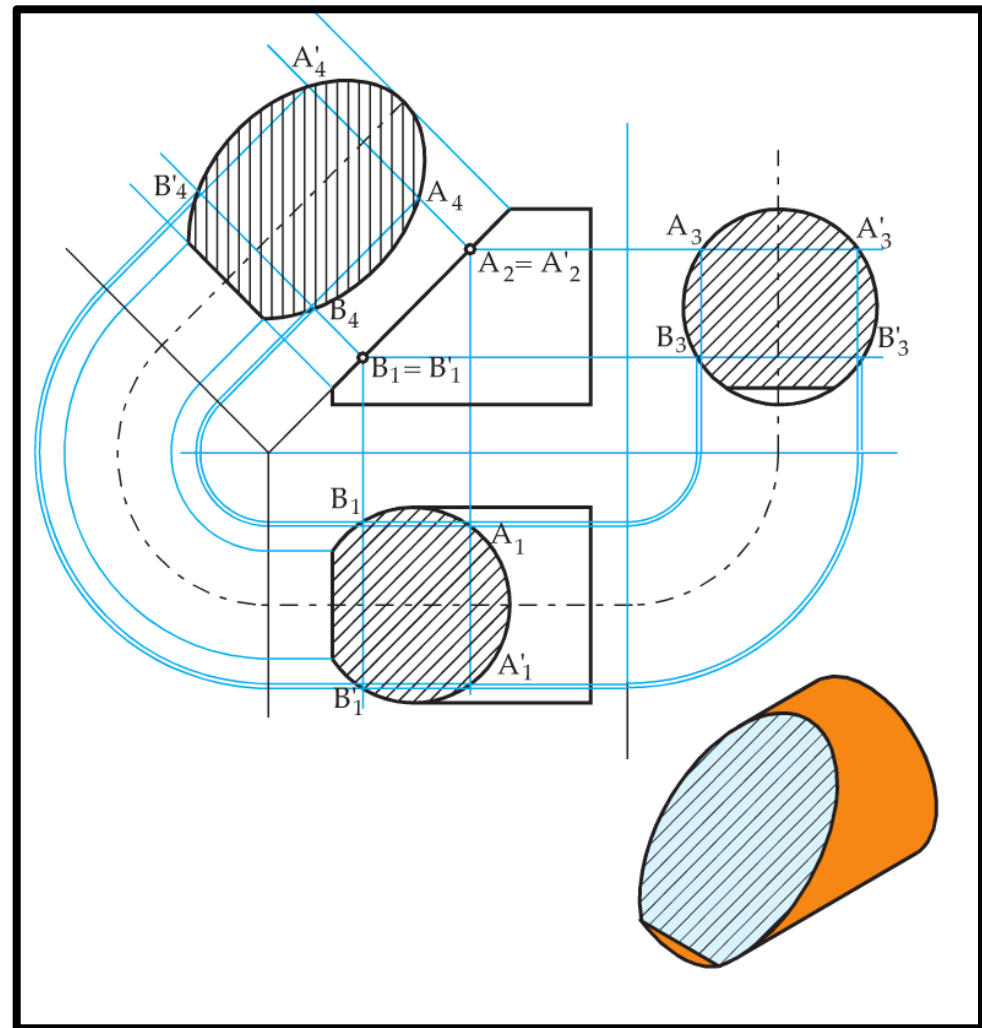


Fig. 68 – Sezione di un cilindro con un piano inclinato rispetto all'asse.

Cono

Sezionando un **cono** con un piano, si ottiene una sezione il cui contorno curvo ha una forma dipendente dalla posizione del piano sezionatore rispetto all'asse del cono (figura 69a) e si hanno 4 casi :

- se il piano di sezione è perpendicolare all'asse del cono, si ottiene come contorno una **circonferenza** (figura 69b);
- se il piano forma con l'asse del cono un angolo minore di 90° , ma maggiore dell'angolo di semiapertura del cono, si ottiene una **ellisse** (figura 69c);
- se l'angolo è **esattamente uguale** a quello di semiapertura del cono (cioè il piano è parallelo ad una generatrice), si ottiene una **parabola** (figura 69d);
- infine, se il piano forma con l'asse del cono un angolo minore dell'angolo di semiapertura, si otterrà un ramo di **iperbole** (figura 69e).

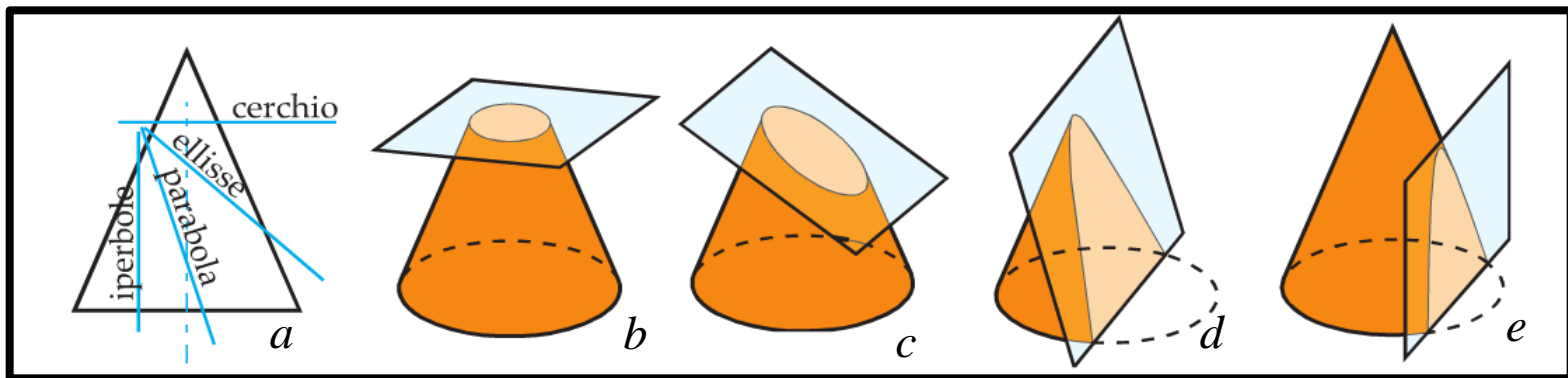


Fig. 69 – Sezioni di un cono con un piano

Nella figura 70 è indicata, per un cono retto, la **costruzione della sezione ellittica**, ottenuta quindi con un piano α perpendicolare al piano verticale ed inclinato rispetto all'asse del cono di un angolo minore di 90° .

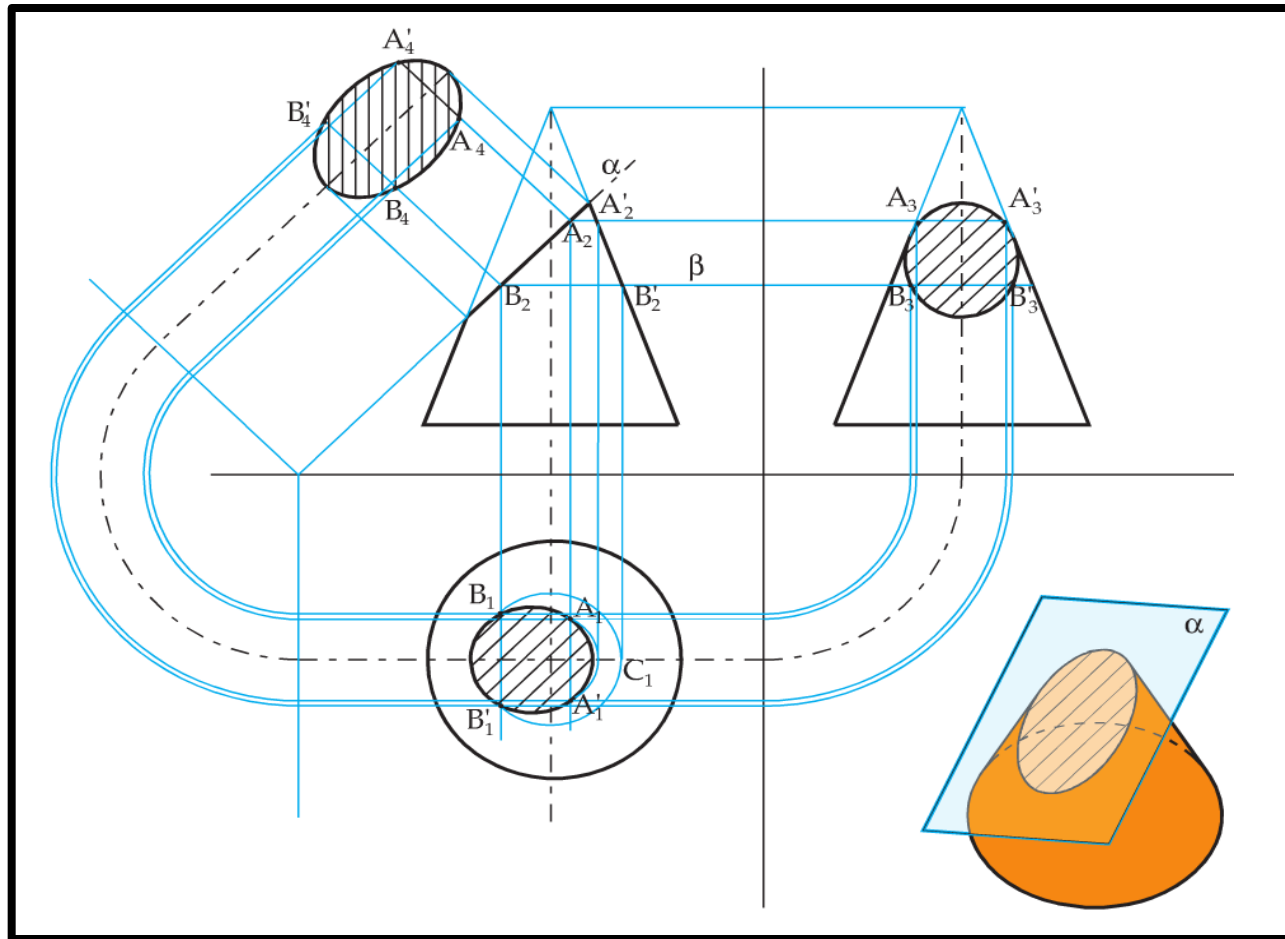


Fig. 70 – Sezione ellittica di un cono retto con un piano inclinato rispetto all'asse

Costruzione delle coniche,

Le sezioni di coni ed i loro contorni vanno sotto al nome di coniche. Per la loro costruzione si assumono come piani ausiliari dei piani paralleli al p.o.. Uno di questi, quello la cui traccia sul p.v. è indicata con β (figura 70), intersecherà, nel p.v., il piano di sezione in un punto B_2 e la superficie conica nel punto B'_2 . Inoltre, essendo il piano β perpendicolare all'asse del cono, la sua intersezione col cono sarà una circonferenza C_1 , che può essere proiettata sul p.o. (dove è rappresentata in figura solo per la parte a destra del segmento $B_1B'_1$). Da B_2 si conduce la perpendicolare alla lt , determinando i punti B_1 e B'_1 , intersezioni con la circonferenza C_1 . I due punti trovati appartengono al piano di sezione α , in quanto appartenenti anche alla superficie laterale del cono, e sono punti della circonferenza di intersezione del cono col piano ausiliario β . Ripetendo la costruzione per un numero sufficiente di punti, si otterrà la curva completa in pianta.

Procedendo con i metodi già studiati, sarà poi possibile riportare i punti della curva anche nella vista laterale. Infine, sempre con le regole per la determinazione della vera forma di una figura piana precedentemente esposte, è possibile ottenere la vera forma della figura su un piano ausiliario.

Nella figura 71 è indicata, per un cono retto, la **costruzione della sezione parabolica**, ottenuta quindi con un piano parallelo alla generatrice. In questo caso non si ricorre ad una “primitiva” (come nel caso della sezione ellittica di figura 70) ma si esegue una costruzione approssimata (per punti discreti) attraverso una curva B-spline passante per i $2n$ punti di intersezione ottenuti impiegando n piani ausiliari ortogonali all’asse del cono.

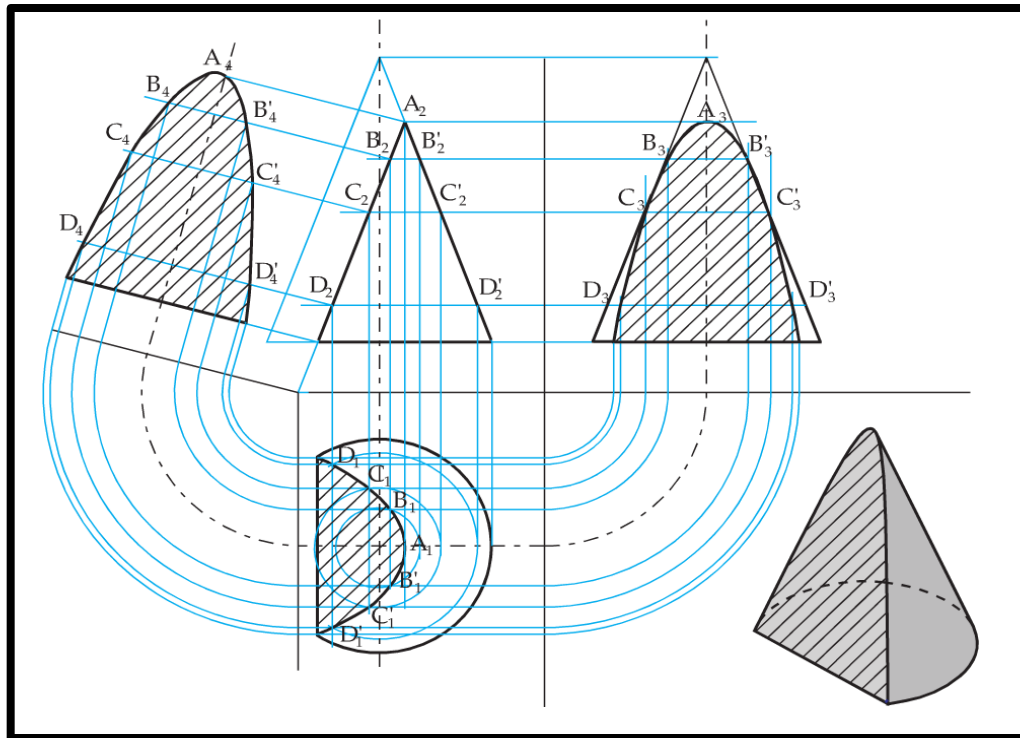


Fig.71 – Sezione parabolica di un cono retto con un piano parallelo alla generatrice

Nella figura 72 è indicata, per un cono retto, la **costruzione della sezione iperbolica**, ottenuta quindi con un piano α parallelo all'asse del cono. Anche in questo caso non si ricorre ad una “primitiva” (come nel caso della sezione ellittica di figura 70) ma si esegue una costruzione approssimata (per punti discreti) attraverso una curva B-spline passante per i $2n$ punti di intersezione ottenuti impiegando n piani ausiliari ortogonali all'asse del cono.

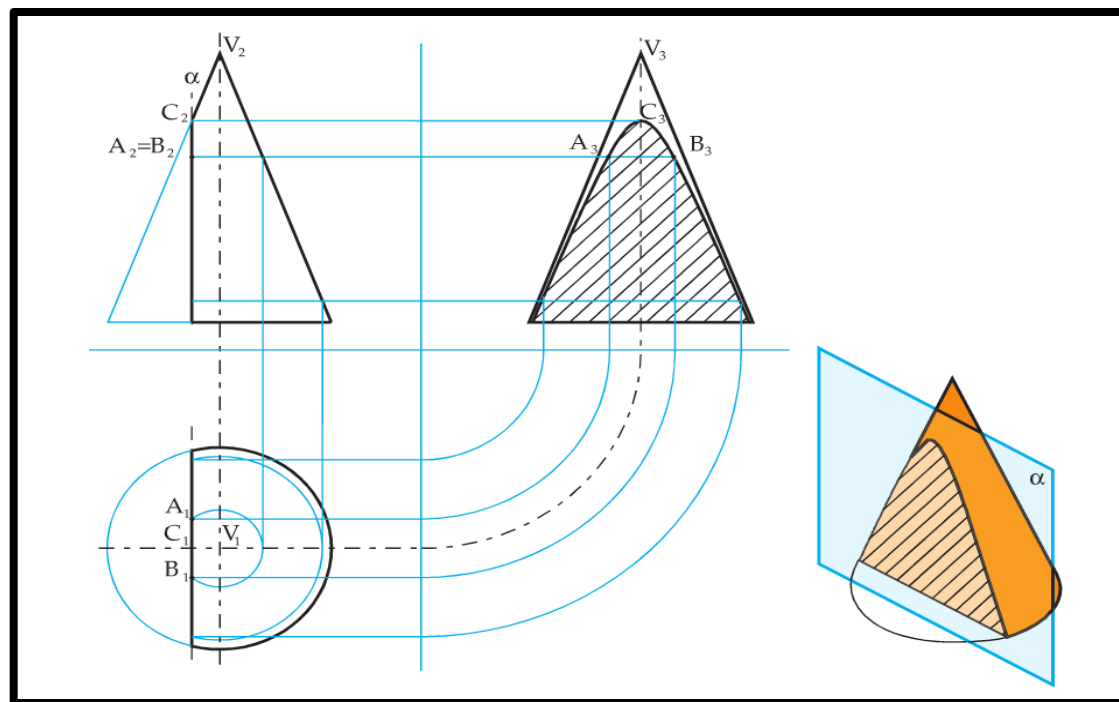


Fig. 72 – Sezione iperbolica di un cono retto con un piano parallelo all'asse

Sfera

Sezionando una *sfera* con un **piano normale al p.v. e parallelo al p.o.** (figura 73) si ottiene un cerchio, che si vede in vera forma nella vista in pianta.

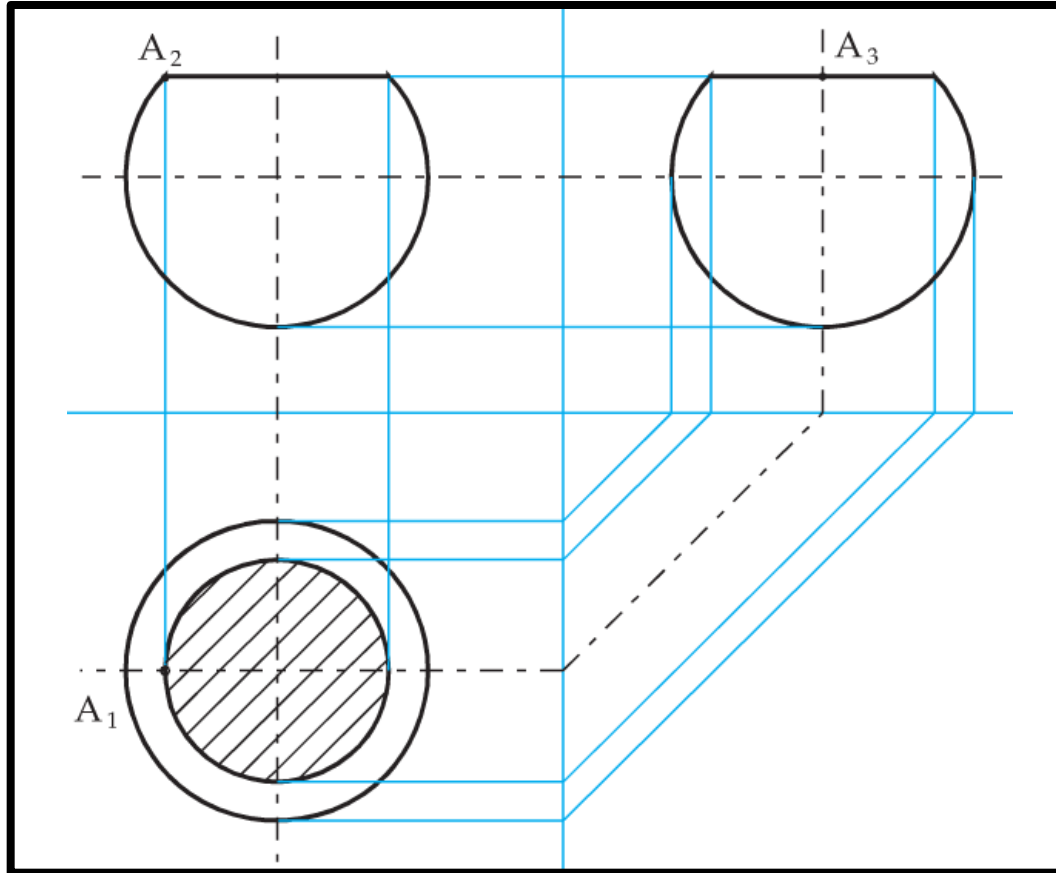


Fig.73 – Sezione di sfera con un piano orizzontale: si ottiene un cerchio

Se invece il **piano di intersezione ha una giacitura perpendicolare al p.v. ma non parallela al p.o.** (figura 74), si otterrà sul p.o. (o su quello laterale) un'ellisse, la cui costruzione può essere effettuata con la stessa procedura seguita per determinare la sezione ellittica di un cono retto con un piano inclinato rispetto all'asse (ved. figura 70). In vera forma si avrà ovviamente ancora un cerchio.

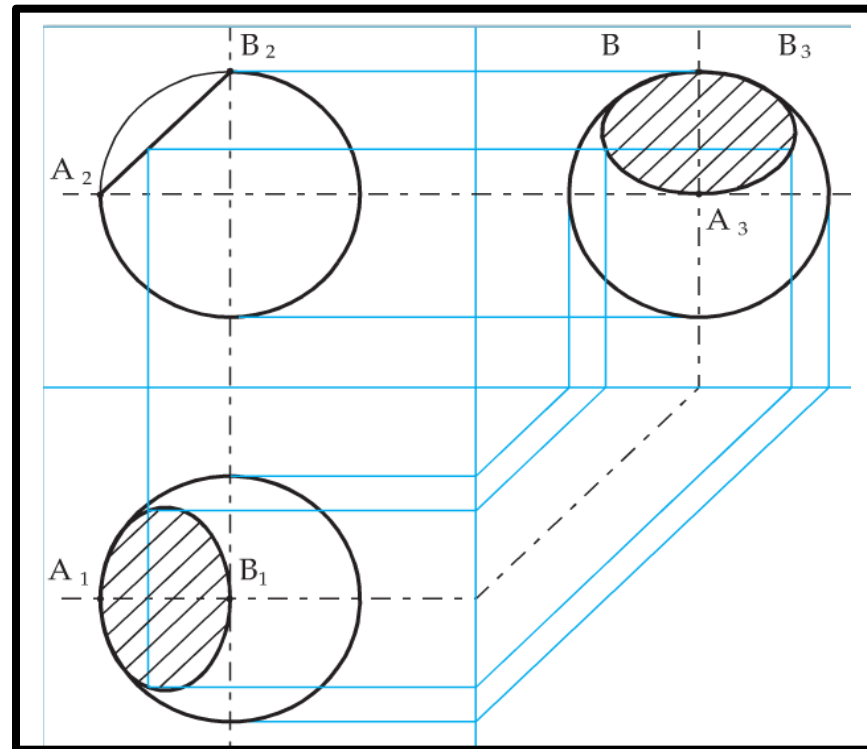


Fig. 74 – Sezione di sfera con un piano inclinato: in vera grandezza si ottiene sempre un cerchio, che si proietta sui piani principali come ellisse

Compenetrazione di solidi

Compenetrazione di solidi

Premessa

Compenetrazione tra solidi prismatici

Compenetrazione tra solidi prismatici e solidi di rivoluzione

Compenetrazione tra solidi di rivoluzione

Metodo delle generatrici

Premessa

Un problema grafico che si presenta molte volte nella rappresentazione di componenti meccanici consiste nella **determinazione delle linee di intersezione di parti solide o di cavità**. Il problema non ha solo interesse geometrico, ma trova **applicazione pratica in diversi rami dell'ingegneria**: basti pensare, nel campo impiantistico, alle ramificazioni delle condotte, oppure al caso di pezzi attraversati da scanalature o da fori che possono essere appunto considerati come solidi cavi. Per il tracciamento delle linee di intersezione di solidi compenetranti esistono diverse metodologie.

Solitamente, comunque, le curve di intersezione si tracciano per punti: si determina cioè un numero sufficiente di punti appartenenti contemporaneamente a entrambe le superfici dei solidi compenetrati; i punti vengono poi uniti, in sequenza, con curve di tipo B-spline.

La curva risultante dall'intersezione di due solidi, chiamata **figura di intersezione**, o semplicemente **intersezione**, risulterà tanto meglio approssimata quanti più punti di passaggio della B-spline sono stati ricavati.

Compenetrazione tra solidi prismatici

L'intersezione fra due piani è un segmento di retta: quindi, se un solido delimitato da facce piane viene compenetrato da un altro solido dello stesso tipo, la figura di intersezione sarà formata da segmenti di retta.

La figura 75 mostra le proiezioni ortogonali di un **prisma retto a base quadrata con un foro quadrato**, ottenuto tramite operazione di **sottrazione** di volumi.

La costruzione geometrica delle linee di **intersezione** può avvenire a partire dal prospetto e dalla pianta; i punti $B_3 = A_3$, $B'_3 = A'_3$ della vista laterale si ottengono come proiezioni di punti già definiti nel primo e secondo piano di proiezione.

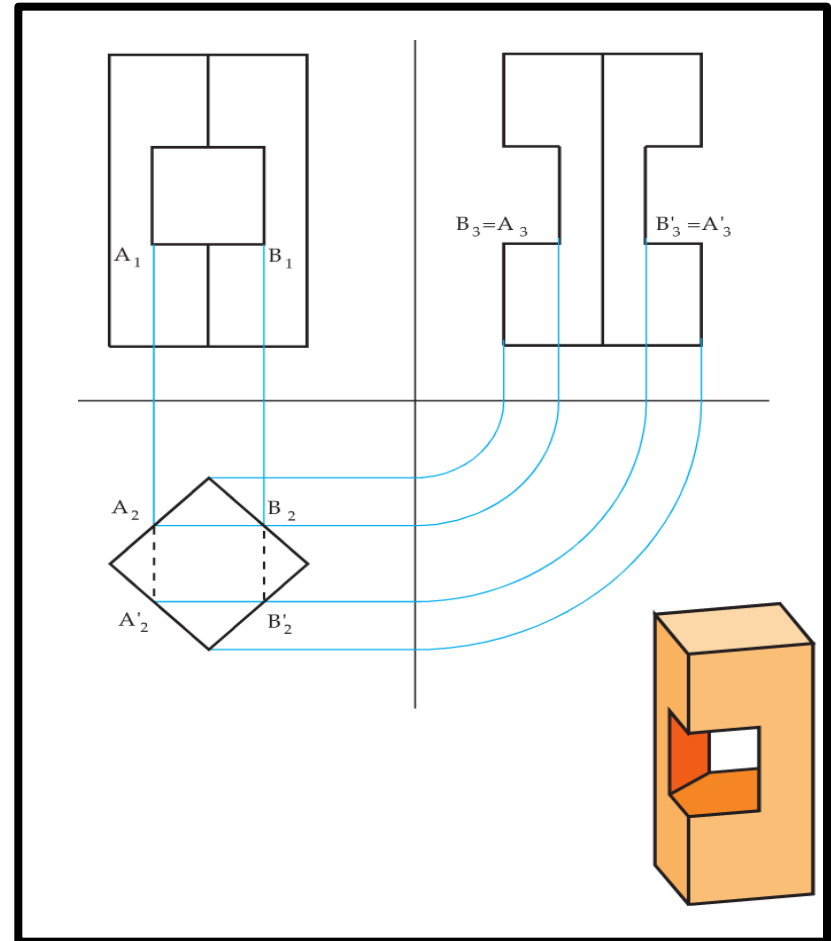


Fig. 75 – “Intersezione” di un prisma retto con un foro prismatico

Compenetrazione tra solidi prismatici e solidi di rivoluzione

Nella figura 76 è illustrato il disegno della **compenetrazione (unione)** tra un cilindro ad asse verticale ed un prisma retto a sezione quadrata, ad asse orizzontale.

In questo caso la linea di intersezione in pianta è definita da due archi di circonferenza.

Le intersezioni tra le facce a ed a' del prisma col cilindro sono i segmenti A_2B_2 e C_2D_2 , che si ottengono mandando le linee di richiamo da $A_1 \equiv B_1$ e $C_1 \equiv D_1$ sino ad intersecare le tracce dei piani b e b' .

Sul p.l. si tracciano i segmenti A_3B_3 e C_3D_3 .

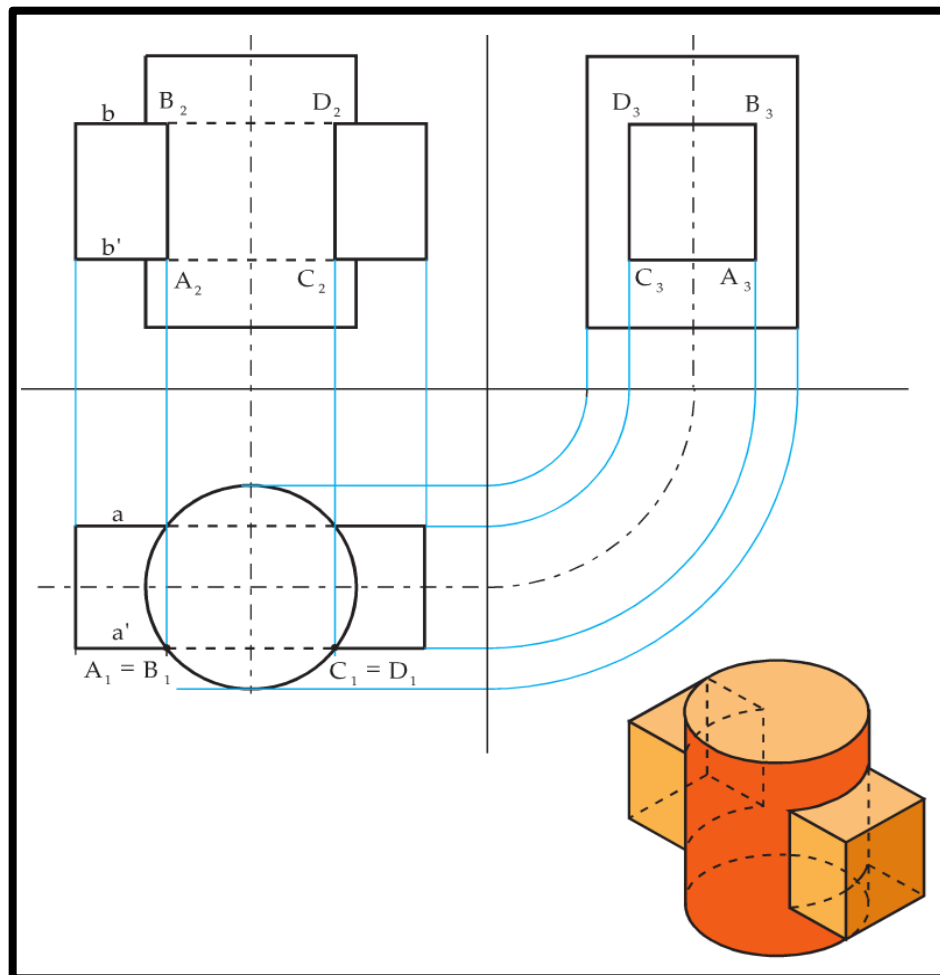


Fig. 76 – Intersezione fra un cilindro e un prisma retti ad assi ortogonali

Se il **cilindro è ad asse orizzontale ed interseca il prisma ad asse verticale** come in figura 77, le intersezioni sono dei tratti di ellisse. La figura illustra il procedimento per tracciare le intersezioni *sul prospetto* avendo già tracciato il **profilo e la pianta**. In questo caso si possono prendere dei punti qualsiasi sul cilindro nel p.l., come A_3, B_3, C_3 e D_3 , e disegnare le linee di richiamo nel p.o., determinando i punti corrispondenti A_2, B_2, C_2 e D_2 ; le intersezioni corrispondenti delle linee di richiamo sul p.v. consentiranno la costruzione per punti delle due curve di compenetrazione sul prospetto.

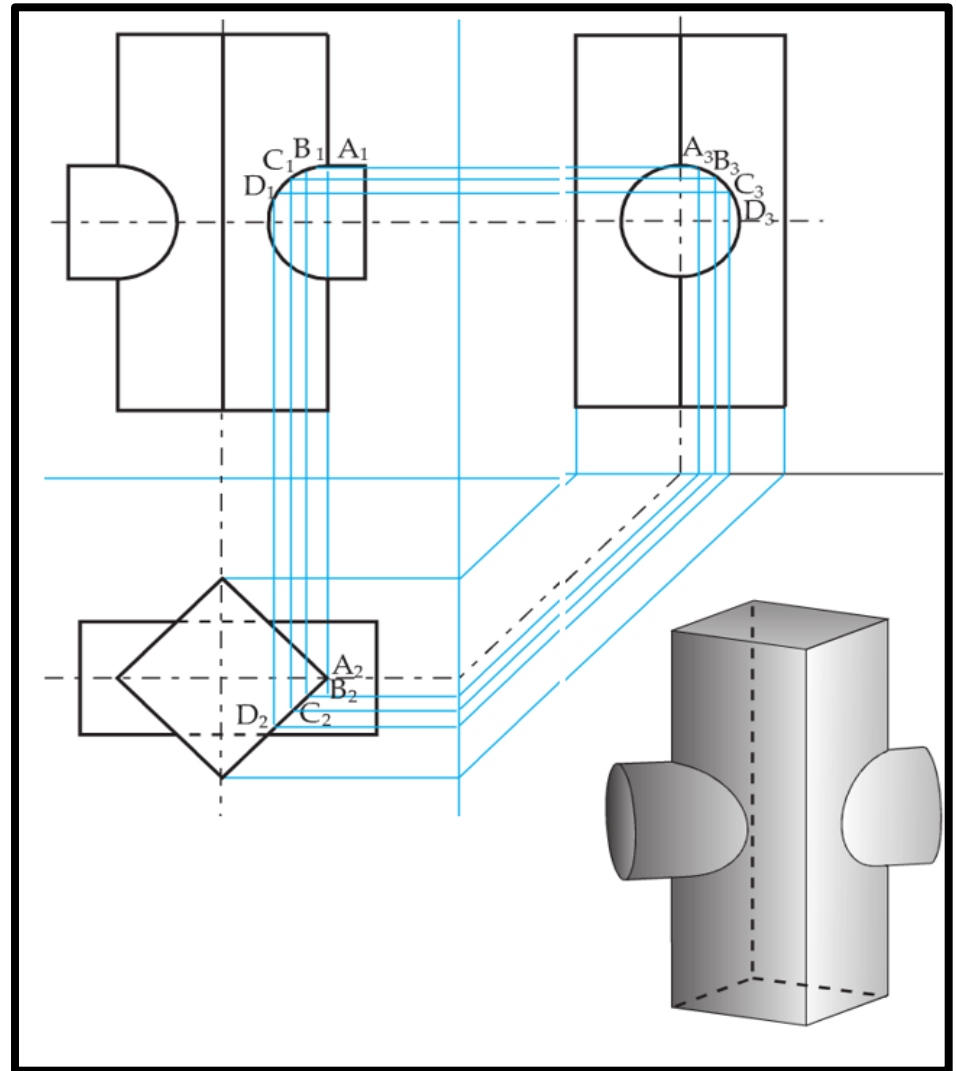


Fig.77– Intersezione fra un prisma verticale e un cilindro orizzontale

Compenetrazione tra solidi di rivoluzione

Metodo delle generatrici

Le linee di intersezione si tracciano per punti, individuando le generatrici del cilindro di diametro minore e determinando i punti di intersezione tra i due cilindri nelle diverse viste.

Tipico è il caso di un cilindro attraversato da un foro (figura 78).

I punti delle linee di intersezione *nella terza vista sul p.l.* vengono determinati scegliendo a piacere, sul p.o. e sul p.v., alcuni punti A, B, C appartenenti alle generatrici del cilindro di diametro minore (foro). Proiettando tali punti sul p.l., si ottengono le linee di intersezioni dei due solidi.

IMPORTANTE

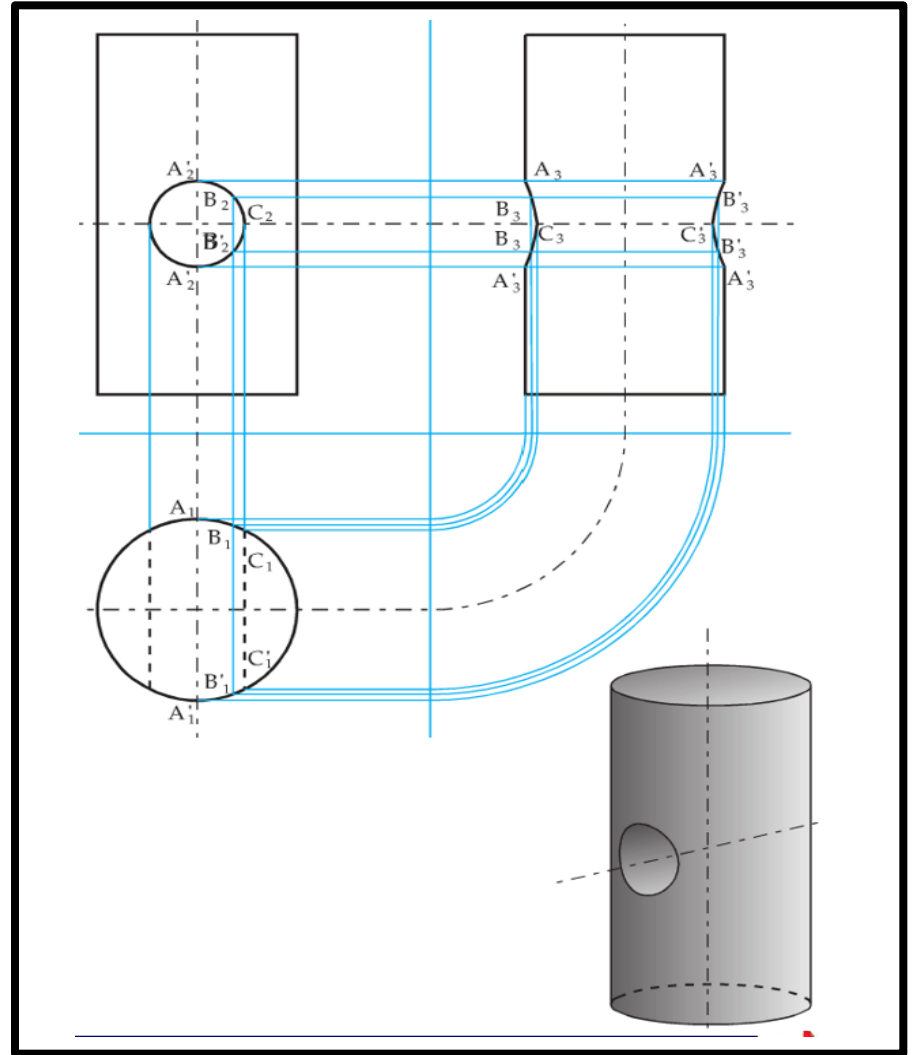
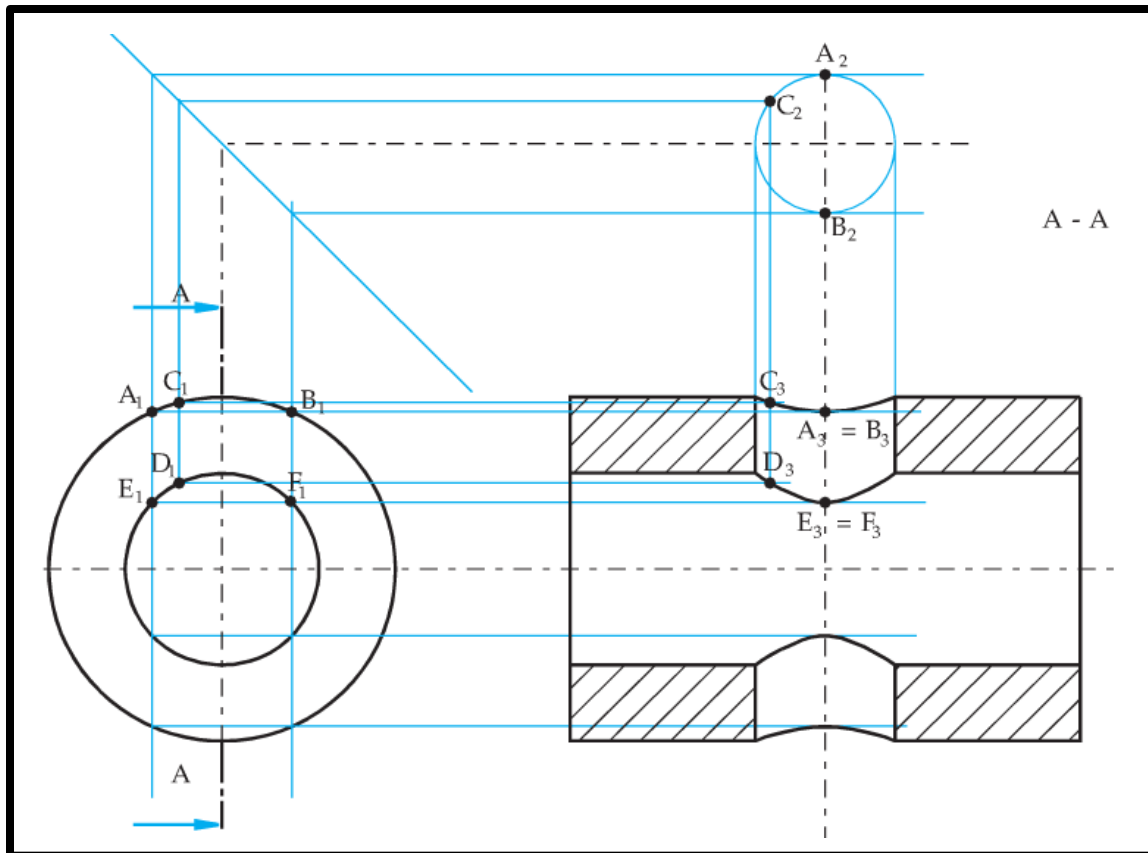


Fig. 78 – Ricerca della intersezione tra due cilindri con il metodo delle generatrici

La figura 79 illustra il caso di compenetrazioni frequenti nei componenti meccanici; l'intersezione tra due fori perpendicolari viene trattata come intersezione di corpi cilindrici; la rappresentazione viene semplificata con la costruzione della vista ausiliaria, sulla quale è possibile individuare alcuni punti che permetteranno la costruzione delle curve di intersezione con le regole già viste.



IMPORTANTE

Fig. 79

Nell'esecuzione di disegni si devono spesso rappresentare intersezioni tra cilindri; per fare questo si ricorre a semplificazioni che sono in funzione dei diametri dei cilindri che si intersecano e precisamente:

- nei cilindri che si intersecano ortogonalmente, quando i raggi dei due solidi sono **molto** differenti ($d \leq D/5$), si usa l'approssimazione con un segmento (figura 80a);
- nei cilindri con $D/5 < d \leq D/2$ che si intersecano ortogonalmente la curva di intersezione è approssimata da un arco di raggio r uguale al raggio del cilindro maggiore R (figura 80b);
- nei cilindri di eguale diametro ($D = d$) che si intersecano in modo qualunque, le linee di intersezione degenerano in segmenti di retta (figura 80f);
- nei cilindri con $d > D/2$ che si intersecano in modo qualunque, le linee di intersezione si costruiscono con il **metodo delle generatrici** (figura 79e).

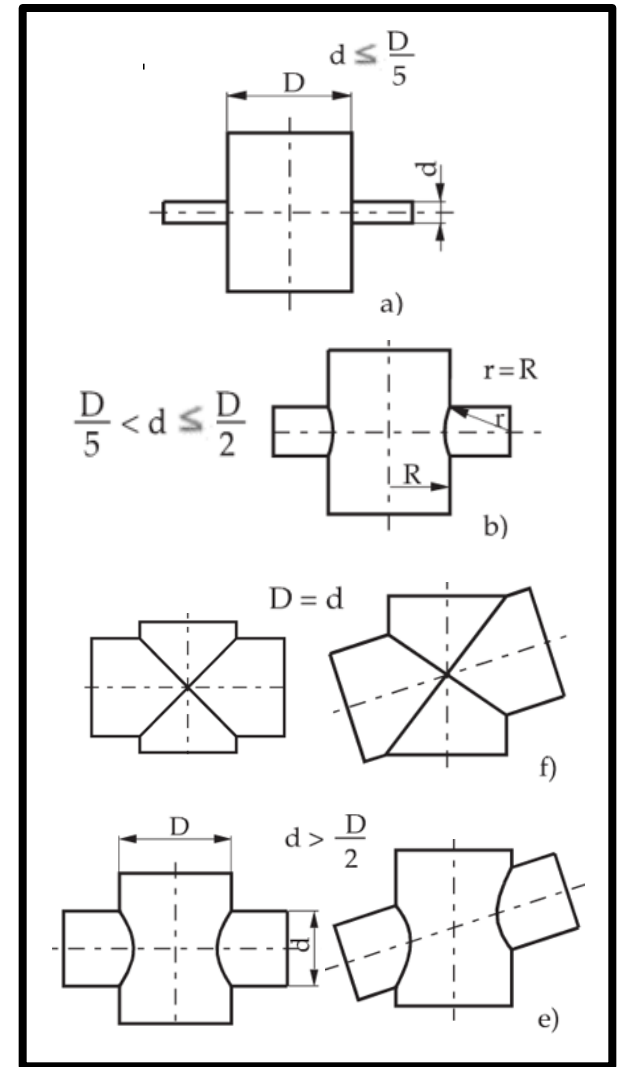


Fig. 80

Norme di riferimento per il Cap. 4

UNI 3972: 1981	Disegni tecnici. Tratteggi per la rappresentazione dei materiali nelle sezioni
UNI ISO 128-40:2006	Disegni tecnici - Principi generali di rappresentazione - Parte 40: Convenzioni fondamentali per tagli e sezioni
UNI ISO 128-44:2006	Disegni tecnici - Principi generali di rappresentazione - Parte 44: Sezioni nei disegni di ingegneria meccanica e industriale
UNI ISO 128-50:2006	Disegni tecnici - Principi generali di rappresentazione - Parte 50: Convenzioni generali di rappresentazione delle superfici in sezioni e tagli
070 UNI 3972	Tratteggi per la rappresentazione dei materiali nelle sezioni

Fine Cap. 4